

無線呼出特集

1 お買い上げ制時代を向かえた無線呼出サービス —ポケットベルシステムの生い立ち—

昨年の携帯・自動車電話端末のお買い上げ制に続き、今年の3月にはポケットベルのお買い上げ制が開始されました。それに伴い、今までの激しい競争がさらに熱くなっています。

本稿では、我が国においてこれほどポピュラーとなった移動通信サービスの今日に至るまでの流れを紹介したいと思います。

こんどう やすし さいとろ ふさお
近藤 泰史・斎藤 房夫

「ポケットベル」の生い立ち

場所が特定していない人と通信をした場合、その方法は無線に頼らざるを得ません。これを非常に経済的に、大きな端末を携帯するわずらわしさもなく、非常に効率良く電波を使用して実現できるサービスが待たれていました。その中で開始されたサービスが「ポケットベル」です。

無線を使った呼出サービスの歴史は、1958年にさかのぼり、米国のオハイオ州コロンバスで行われた交換手扱いの「ベルボーイ・サービス」と呼ばれるものが世界最初といわれています。これが、現在の日本における「ポケットベルサービス」の先祖ということになります。残念ながらこの「ポケットベル」という呼び名は万国共通のものではなく、我が国におけるサービスを開始した電電公社が名付け親となった日本名です。世界的には「名を呼んで（人を）探す」という意味の「page」から「ページャ：pager」とか、「ビービー」と音を出して呼び出すことから「Beeper」とも呼ばれています。本稿では、すべて「ポケットベル」と呼ぶことにします。

日本においてサービスが開始されたの

は昭和43年7月、当時の電電公社によって、全国に先駆けて東京23区において開始されました。今から27年前になります。その頃の世界の普及状況は、米国の人口20～30万程度の20都市においてサービスが実施されており、ベルギー、オランダ、オーストラリアにおいても行われていたようです。

「ポケットベルサービス」は単方向通信という制限はあるものの、それまでになかった新しい通信手段としてビジネスマンを中心にユーザを獲得しました。特に、PRなど一切行われなかったにも関わらず、サービスの受付開始と同時に申込み

が殺到しました。昭和42年の実地試験や、昭和43年1月に東京・上野のデパートで開催された「東京都優秀発明展」にポケットベルが出展されたことなどで、都民の関心が集まるようになったのが大きな要因となったようです。

その後、サービスエリアの充実に伴いお客さまの数は増え、それまでの周波数帯（150MHz帯）やアナログ方式のままでは、需要に追いつかなくなり、新しい周波数帯（250MHz帯）の使用や世界に先駆けたデジタル方式の開発・導入が行われました。さらに増加する需要に対応するための高速化が実施され現在に至っ

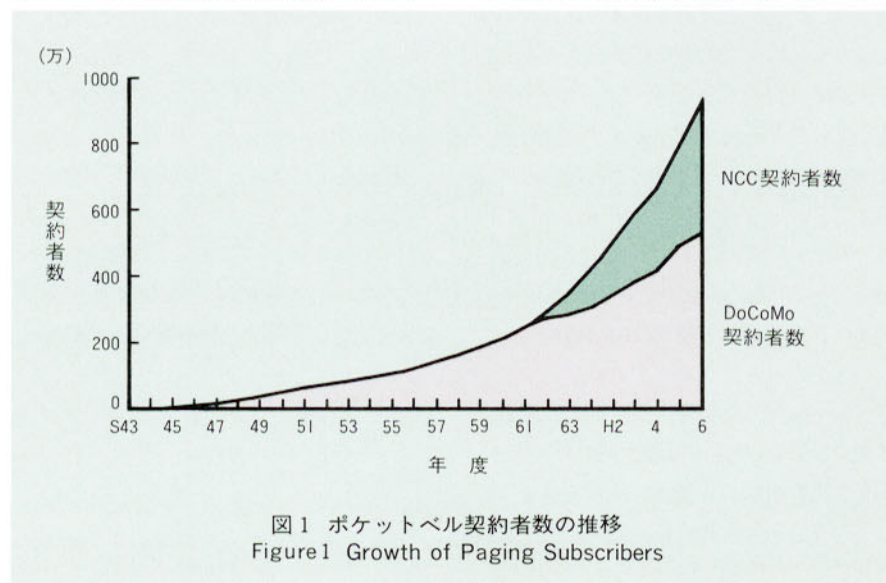


図1 ポケットベル契約者数の推移
Figure 1 Growth of Paging Subscribers

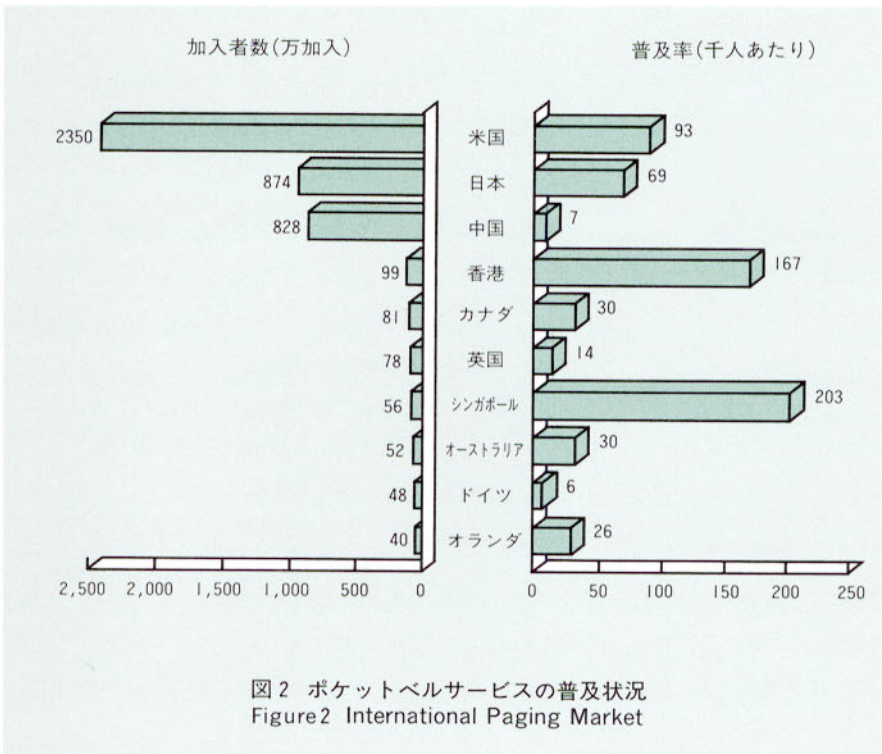


図2 ポケットベルサービスの普及状況
Figure2 International Paging Market

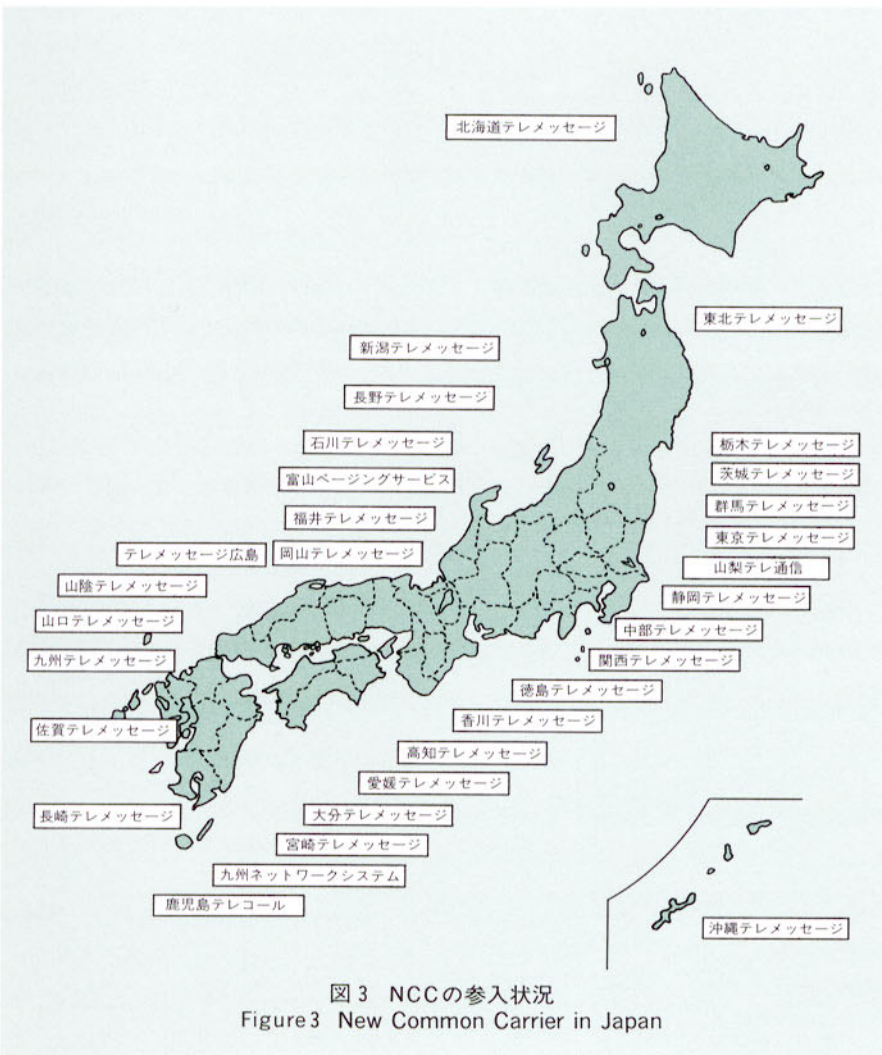


図3 NCCの参入状況
Figure3 New Common Carrier in Japan

ています。契約数は図1に示すとおり、サービス開始から伸び続けており、平成6年末で市場全体として930万契約となっています。このペースで市場が成長すれば、平成7年度には、全体として1000万契約を確実に達成することになるでしょう。また、図2に最近の世界の主な国々の普及状況を示します。契約数の伸びで注目されるのは中国で、サービス開始以来、毎年平均150%を超える伸びを示しています。

受信機もどんどん小型化が進み、電池の寿命も飛躍的に延びました、現在では種々の種類や機能を満載しています。また、音だけの呼出(以下、トーンオンリ)ではなく、数字やカナ、漢字あるいはイラストなども送ることができるようになりました。受信機のみでなくネットワークとしてもいろいろなサービスを提供できるようになり、「マルチエリアサービス」「自由文サービス(漢字混じり文の送信)」などが可能となってきました。

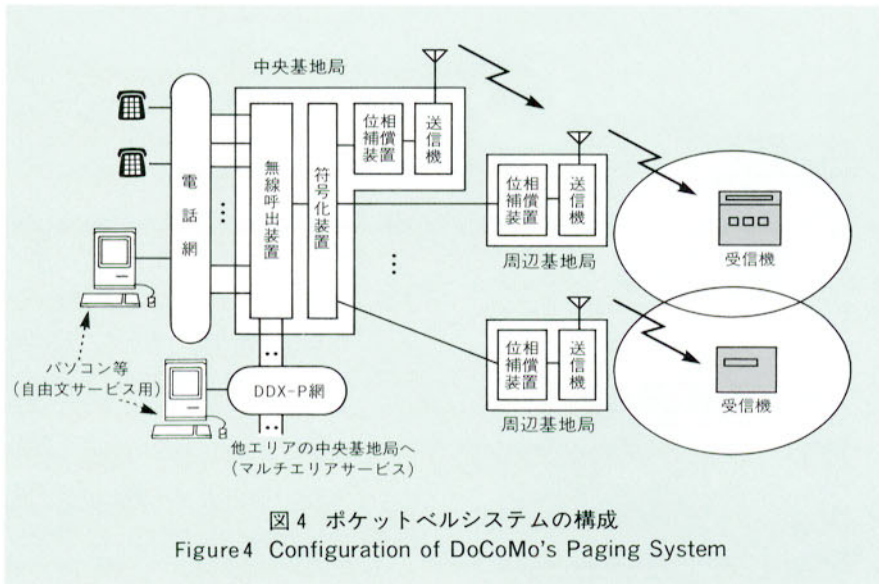
その間、事業主体も電電公社から始まり、昭和60年の電電公社の民営化(NTT)、それに伴う新規参入事業者(NCC)の登場、競争の激化、さらに平成4年のNTT移動通信網株式会社のNTTからの分離、平成5年の地域会社の分割、委託会社との合併と、この10年ほどでめまぐるしい変化をしています。なお、NCCの参入状況を図3に示します。

そして、今年の3月1日から、昨年の携帯・自動車電話に続き「ポケットベルのお買い上げ制」が開始されました。

システム構成

ポケットベルサービスのネットワークは、電話網、中央基地局(無線呼出装置、符号化装置)、周辺基地局(位相補償装置、送信機、アンテナ)および無線呼出受信機(ポケットベル)により構成されます。具体的構成例を図4に示します。

使用される電波の周波数は、資源の有効利用のためお互いの電波が届かない場所では同一周波数を繰り返し使用しています。



番号計画は、携帯電話のような特別な（サービスを区別するような030などをつける）ものではなく、サービス開始当初から、一般の電話と同じ形態をとっています。一般の電話番号との区別は、ポケットベル専用の「市内局番」を使用することによって電話網側で行い、その後、中央基地局へ接続する仕組みになっています。

また、料金については誤解されている方もいらっしゃるようなので、若干の説明をしておきましょう。ポケットベルを呼び出すために使用した公衆電話などの電話料金はどこの収入になるのでしょうか？これは、電話網を使用することに対するものであり、NTT DoCoMoの収入とはなりません。NTT DoCoMoとしての収入は、受信機を契約されているお客さまからの月額使用料のみです。ただし、最近の欧州の流れとしては、発信者課金(CPP: Calling-party-pays)サービスが各国で導入されているようです。

今後の流れの1つかもかもしれません。

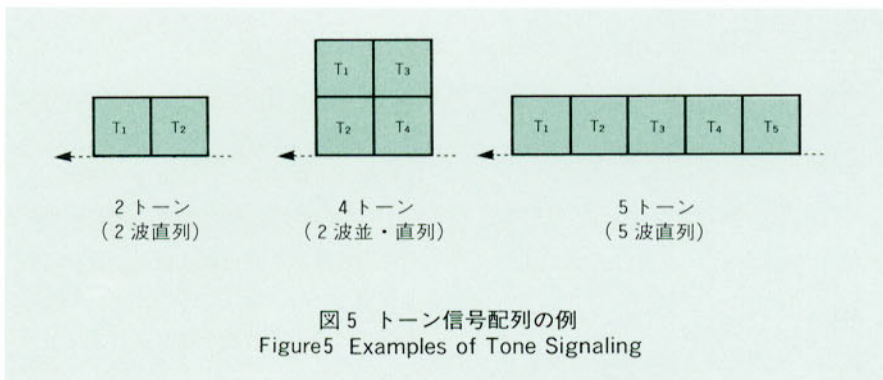
以下に、今日に至るまでのポケットベルの歴史を「無線方式」「受信機」「無線呼出装置」の変遷で見てみたいと思います。

無線信号方式

無線区間における信号方式には、様々な方式が使用されていますが、大きく分けてアナログ方式（トーン信号の組合せによる呼出し識別）とデジタル方式（パルス符号の組合せによる呼出し識別）の2方式があります。以下にその概略を説明します。

(1) アナログ方式

音声帯域内の信号（周波数）を組合せて、呼出信号を作成する方式です。実用化された例としては「2トーン方式」「4トーン方式」「5トーン方式」などがあります。図5に実用化されたトーン信号配列の例を示します。日本におけるポケットベルは4トーン方式（2トーンずつ2



度送出する方法)により開始されました。

(2) デジタル方式

需要の拡大に伴って、信号送信にデジタル方式が採用されました。デジタル方式の利点は、

- ・無線周波数あたりの加入者数を多くできる
- ・多様なサービスを提供できる
- ・受信機を小型化しやすい（信号検出部のLSI化）

などがあり、現在、使用されている主な方式としては以下のものがあります。

① NTT方式

NTTが独自に開発した方式で、1978年から使用されています。NTT DoCoMoは本方式を採用しています。

② POCSAG (Post Office Code Standardization Advisory Group) 方式

1975年、英国の郵電公社が中心となって、開発に着手し、昭和55年に試験的なサービスを開発した方式で、現在ヨーロッパ、アメリカなど広く世界で使用されています。日本国内でもNCCは本方式を採用しています。

③ GSC (Golay Sequential Code) 方式

米国において開発され、1973年頃から主に米国で使用されている方式です。

④ ERMES (European Radio Message System) 方式

欧州におけるEC統合に向けて移動通信方式の標準化が必要となり、携帯・自動車電話においてはGSMが、ポケットベルではERMESが汎欧州システムとしてETSI (European Telecommunications Standards Institute: 欧州電気通信標準化協会)において標準化されました。本方式は1994年から英・仏など欧州各国で導入が開始されています。

⑤ FM多重無線呼出方式

代表的なものがRDS (Radio Data System) でFM放送波の57MHz サブキャリアに呼出識別信号を乗せるシステムです。1978年からスウェーデンで使用されています。そのほか、日本において導入が検討されている方式としてDARC方

式、HSDS方式があります。

■ドコモにおける信号方式の変遷

NCCの参入以来、サービス内容が豊富になってきており、数字および記号表示の可能な表示機能付きサービスが登場し、昭和63年12月には、かな・漢字混じりの定型文およびイラスト表示が可能なサービスも導入されています。特に最近では、カナ自由文型のサービスが注目を集めており、最近お客さまの著しい増加は表示付サービス加入者によるものです。

NTT DoCoMoは、当初150MHz帯を使用してアナログ方式でサービスを行っていましたが、加入者の増大に対応するために、昭和53年には250MHz帯を使用して信号速度200b/sのデジタル方式を導入し、その後、数字表示を実現するために信号速度を400b/sまで高速化しました。さらに、平成元年には、信号速度1200b/sのシステムを導入して現在に至っています。

NTT DoCoMo（前身のNTTあるいは電電公社時代を含めて）が採用してきた方式の概要、特徴を以下に示します。

(1) アナログ方式（トーン方式）

ポケットベルは、ビルや車の中にもサービスを提供することをある程度前提としていましたので、ビルや車の中に侵入しやすく、かつ当時の技術として受信機の作成が比較的容易な超短波の150MHz帯を使用していました。

すでに記したように、トーン方式とは選択信号を音声周波の組合せで表現するものです。ポケットベルに使用されたりードフィルタ（トーン選択素子）はメカニカルフィルタであったため、動作、復旧時間が長く、約0.2秒が必要でした。このため、信号送出時間は1トーン0.25秒としていました。

ポケットベルの選択信号を構成するための音声周波（以下トーンと呼ぶ）は、**図6**に示すように、502.5~1147.5Hzの間から15Hz間隔で取り出した44波です。これを4群に分け、各群11波のトーンで0~9とEの番号を構成します。こうすることにより、選択素子の番号と加入者番号が対応して信号送出装置の設計が容

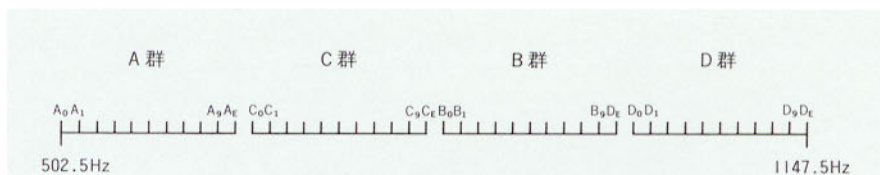


図6 トーン周波数と群分割
Figure6 Allotment of Tone Frequencies

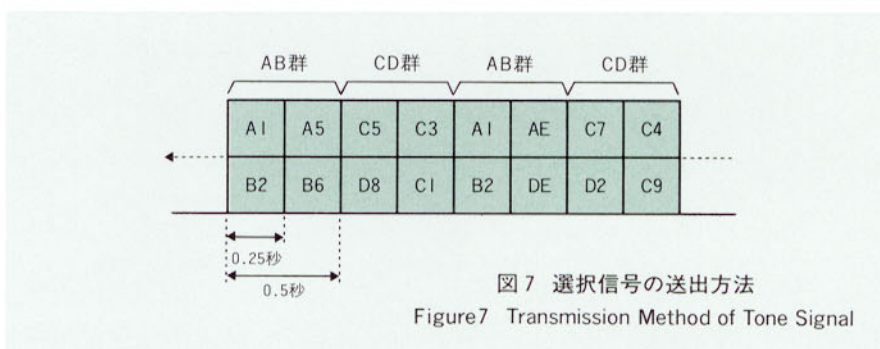


図7 選択信号の送出方法
Figure7 Transmission Method of Tone Signal

易となり、受信機番号の付与変更が容易にできて、保守上便利でした。

1 加入分の選択信号は**図7**に示すように、AB群（またはCD群）からそれぞれ2波ずつ選び4つのトーンから構成されます。

また、選択信号を連続して送出すると、隣同士の符号で別の加入者を呼び出してしまのおそれがある（**図8**）ので、呼出信号を一定間隔をあけて送らなければなりません。この点を解決するために、0000番から4999番の選択信号をAB群から作り、5000番から9999番の選択信号はCD群から作り、交互に送信していました。なお、この場合、AB群の千位の5以上の数字に対応するトーン、CD群では同じく4以下の数字に対応するトーンは使用されていません。

(2) 200b/s方式(デジタル方式)〈1978年〜〉

それまで使用してきた150MHz帯の輻輳、またポケットベルのお客さまの増加に伴って昭和53年からは250MHz帯を併用するようになり、昭和61年には完全に250MHz帯への移行が完了しました。アナログ方式と200b/s方式の相違は、大きく分けて4つあります。1つ目はデジタル方式であること、2つ目は間欠受信を可能とする信号構成であること、3つ目が周波数オフセット方式を採用したこと、

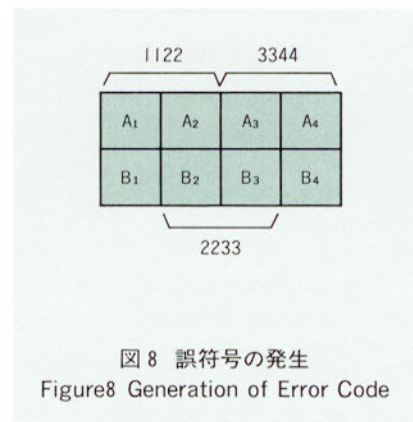


図8 誤符号の発生
Figure8 Generation of Error Code

そして4つ目が自動位相補償装置を導入したことです。以下にそれぞれの特徴を見ていきます。

デジタル方式は、従来使用されてきたトーン方式の代りに、パルス符号によるデジタル信号方式が選択信号として使用されています。デジタル信号を使用する場合、移動無線回線特有の雑音やフェージングの影響を避け、従来のトーン方式と同等の信頼度を確保するため、誤り訂正符号を採用しています。送信信号は周波数シフトキーイング (FSK) 方式であり、2値符号のスペース信号「0」を中心周波数+2.5kHz、マーク信号「1」を-2.5kHzに対応させています。

信号構成は**図9**に示すとおりです。受信機で間欠受信方式を採用して消費電力低減による電池の長寿命化を図るため、1周期を15のグループに分割していま

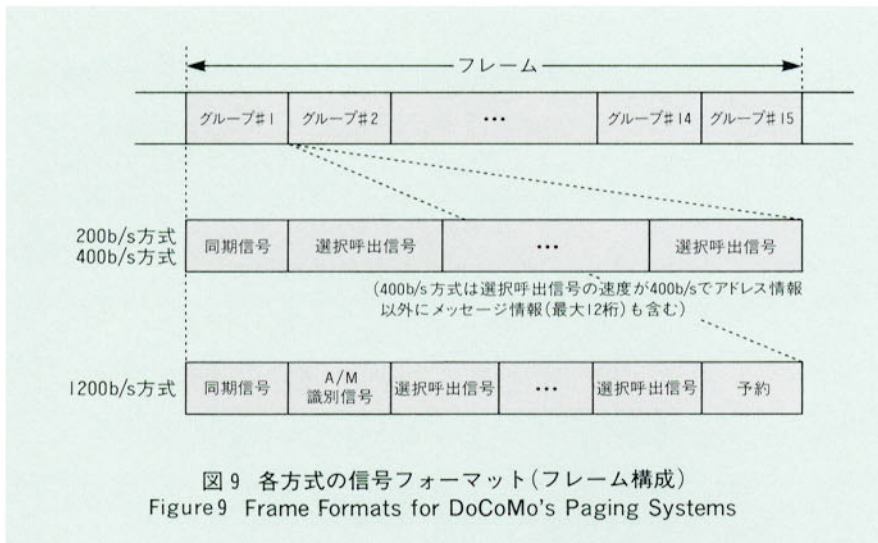


表1 各種方式の比較
Table 1 Features of DoCoMo's Paging Systems

項目	トーン方式	200/400 b/s方式	1200 b/s方式
無線方式	使用周波数	150 MHz帯	250 MHz帯
	隣接周波数間隔	10 kHz	12.5 kHz
	変調方式	FM方式	NRZ-FSK方式
	送信出力	最大 250 W	最大 250 W
信号方式	信号速度	250 msec/トーン	200/400 b/s
	信号方式	トーン組合せ方式	パルス方式
	信号の構成	2 波直並列信号	(31,16) BCH符号 1 ビット誤り訂正
	複局同時送信方式	——	周波数オフセット方式

す。また、雑音による誤りを避けるため、呼出信号は31ビット長(情報ビット16ビット、チェックビット15ビット)のBCH符号を用いています。

ポケットベルサービスは、広いエリアをカバーする必要がある場合、複数の送信機から同一周波数の電波を、同じ呼出信号で変調して送出する必要があります。この場合、複数の送信機からの電界強度が接近している電波干渉領域においては、ビートが発生して呼出率の低下を招くことになります。この場合、送信周波数を変調パルス信号のビットレート分以上相互にずらせば、電波干渉領域においても呼出率を低下させずに複数送信機からの同時送出が可能となります。この方式は送信周波数オフセット方式と呼ばれており、本方式に採用されています。

なお、複数の送信機から同一信号を同時に送出する場合には、各送信機の変調

信号のタイミングを合わせておく必要があります。この場合、デジタル信号の位相差が約1/4ビット以内であれば呼出率に影響を与えないことが確認されています。本方式では、サービスエリア内の隣接する基地局間の位相ずれを1/4ビット以下に抑えるための自動位相補償装置を導入し、これにより基地局までの伝送路として搬送回線の利用が可能となり、サービスの広域化が図れるようになりました。

(3) 400b/s方式(デジタル方式)〈1987年〜〉

サービスの多様化を進めるために、いままでのトーンオンリサービスから、情報(数字)の送れるポケットベルの開発が行われました。それに対応するために、より高速の信号方式が必要となりました。200b/s方式と比較すると、12桁のメッセージが送信できるようにし、送信速度を

400b/sへ高速化を図ったものでした。

(4) 1200b/s方式(デジタル方式)〈1989年〜〉

400b/sで数字12桁を表示するサービス、かな・漢字まじりの定型文やイラストを表示するサービスの登場などにより順調に伸びを続け、アナログ方式からデジタル方式に移行した時点と同じように、このままでは需要増に対応することが難しくなり、信号速度の高速化による1無線チャンネルあたりの容量増加が強く望まれるようになりました。本方式は、信号速度を1200b/sに高速化することにより契約者容量の増加を図った方式として開発を行いました。

200b/s、400b/s方式との相違点には次のような点が挙げられます。

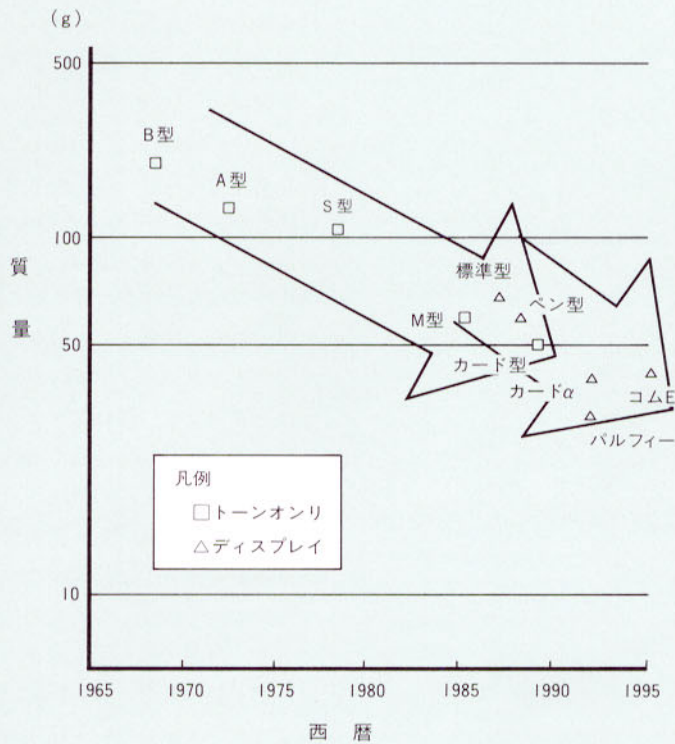
- ①波形オフセット方式の採用
- ②複数回数呼出のメッセージ合成による呼出率の改善
- ③トラヒックがないときの特殊アドレス(最終アドレス)の挿入による間欠受信率の向上
- ④A/M識別符号(それぞれの選択呼出符号が、アドレス符号かメッセージ符号かを識別するための情報)の使用による間欠受信率の向上
- ⑤エリアコードの使用により、お客さまがポケットベルを持って全国移動しても(その地域がたまたま同一周波数で、さらに同一呼出信号のお客さまがいた場合)の誤呼出の防止

なお、本方式は、「NTT方式無線呼出システム」として、平成6年11月に日本における標準規格の1つ(RCR STD-41)となっています。

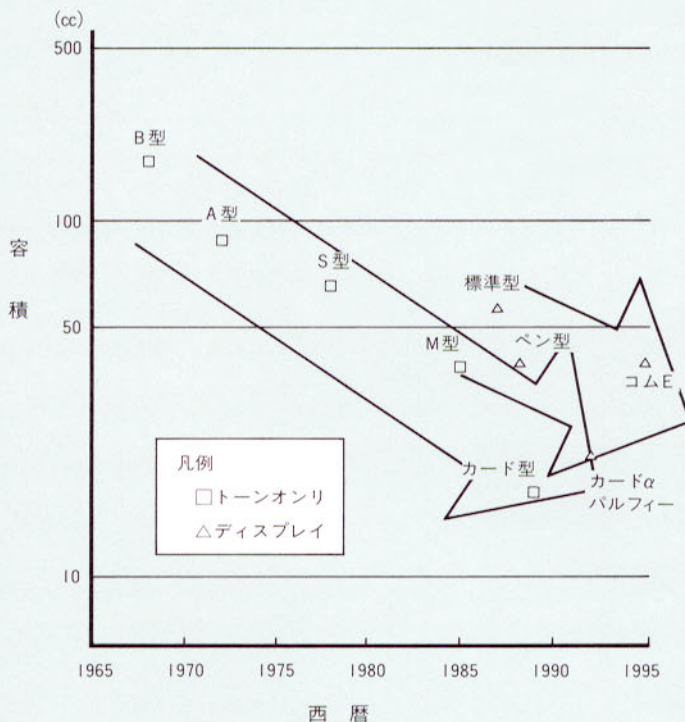
以上、各方式の比較を表1に示します。

受信機

ポケットベル受信機の歴史は、小型・軽量化、省電力化、多様・多機能化の歴史といってよいでしょう。受信機は、お客さまの目に直接触れるところであり、お客さまにとっては「ポケットベルサービス」そのものともいえるかもしれません。以下に、それぞれの特徴的な内容を



(a) 質量



(b) 容積

図10 小型化の傾向
Figure10 Trend to Downsizing

な小型・軽量化を行いました。図10にポケットベル受信機の大きさと重さの遷移を示します。

アナログ方式の時代には、デコーダ部はリードフィルタでしたが、デジタル方式後は、LSI化されました。これらにより、トランジスタ、コンデンサ、抵抗などの素子が大幅に削減されました。

そのほかの変化としては、当初の発信方式はクリスタル方式が使用されていましたが、その周波数は固定であり、基地局の周波数に合わせて替えなければなりませんでした。そのため、ポケットベルの需要に即応した水晶発信器の入手、あるいは受信機のシステムをまたがる融通などを考える場合、不都合が生じます。それを解決し、さらに柔軟な対応ができるようするために、シンセサイザ方式が採用されました。

■電池が長持ちする工夫

LSI化などで素子数の削減を図ることも省電力化のための1つの要因ですが、もう1つ大きな要因として「間欠受信方式」というものがあります。

トーン信号方式では、いつ呼ばれるのか皆目見当が付きませんので、いつも電源が入りっぱなしでした。この頃の電源は、繰り返し充電できるニッケルカドミウム電池を採用していました。電池の容量は10時間、すなわち1日(昼間)の使用に耐えるだけのものとし、昼間使用したら夜間は充電器に受信機ごと挿入して充電するようになっていました。ただし、10時間以上の連続使用に対しては、アダプタを外付けすることによって単3乾電池の使用も可能となっていました。今から思えば、かなり使い勝手が悪かったでしょう。

ポケットベル受信機のような小さいものであっても、常時電源を入れておくのは無駄ですので、必要な情報が基地局から送られてくるときだけ電源を入れるように、今の受信機には工夫がされています。この方式は、メッセージを受けるときは電源を入れっぱなしにしますが、着信を待っている(待ち受け)ときは、自分が呼ばれる可能性のあるときだけ電源

紹介します。

■より小さく、より軽く

半導体技術、超小型部品などの著しい

発展を背景に、デコーダ部のLSI化など各部の集積回路化、水晶、フィルタ、スイッチ、スピーカなどの小型化により大幅

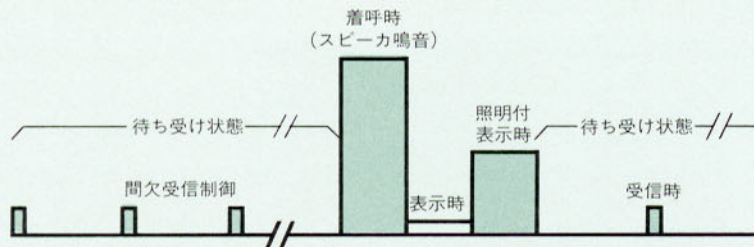


図11 ポケットベルの消費電流プロフィール
Figure11 Battery Consumption Chart

を投入する方式です。この「自分が呼ばれる可能性のあるとき」がわかるような仕組みが「間欠受信方式」です。

すなわち、複数のポケットベル受信機を、それぞれ15のグループ(群)に分けて、基地局から群ごとに順次着信情報を送出します。こうすることによって、個々のポケットベル受信機は、自分の属する群が呼ばれるときだけ受信機の電源を入れて、自分に関係しない群を基地局が呼んでいるときには受信機の電源を切るようにしています。図11にポケットベル受信機の待ち受け時の消費電流の波形を示します。常時受信機の電源を入れっぱなしにしたときに比べて、間欠受信方式では、消費電力を1/15程度にすることができます。このような省電力化の努力によって、現在では一回電池を取り替えれば、実力値として2ヵ月程度は使用できるようになりました。1日10時間の時代と比べると、飛躍的な変化と言えるでしょう。

また、使用電源も受信機の大きさの変化につれて、単3乾電池、単4乾電池、ボタン型空気亜鉛電池と変わってきています。

■受信機のラインアップの変遷

選ぶ楽しみのない商品は、独占市場でない限り受け入れられ難いものでしょう。ポケットベルにおいても、当初のサービス独占時代(当時はトーンオンリサービスだけということも手伝って)には、1種類の商品しかありませんでした。選択できるのは、契約するか、しないかでした。時代を追って小型化は進みましたが、基本的にはトーンオンリサービスの機種1種類でした。商品にバリエーションが出てきたのは、表示付きサービスが開始され、NCCの参入が始まってからです。形状の違い(標準タイプ、ペンタイプ、トップ表示タイプ、カードタイプ、腕時計タイプ、ペンダントタイプ(パルフィー)等)やサービスの違い(定型文サービス、自由文サービス等)による受信機が発表されました(図12)。形状などのバリエーションは、ドコモの「指定した形」によるものですが、今回の「お買い上



図12 ポケベル受信機の歴史
Figure12 Change of DoCoMo's Pager

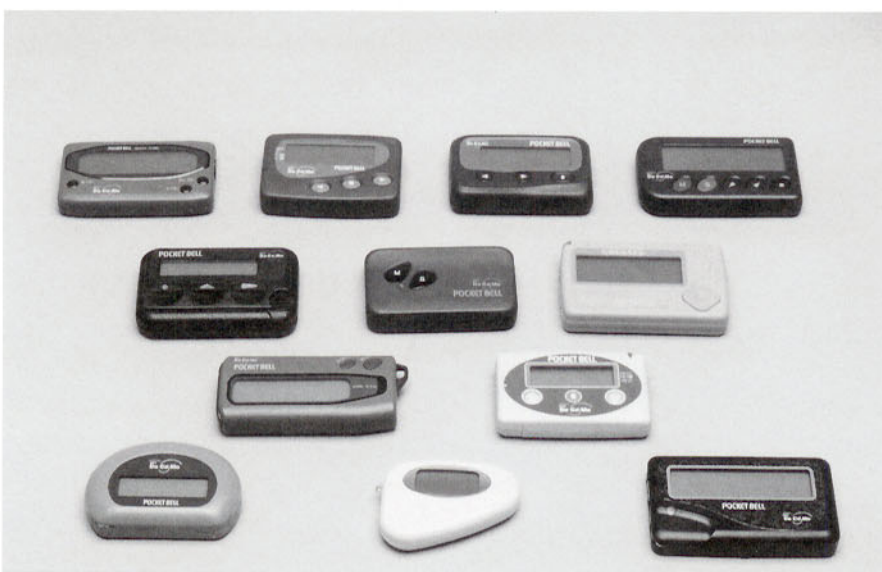


図13 「お買い上げ制」に向けた、受信機ラインアップ
Figure13 New Lineup of Pagers for Liberalization

げ制」の導入に伴って、メーカー各社の特徴を出した受信機が登場し(図13)、選ぶ楽しみが増えました。

また、受信機独自に持つ機能もいろいろあります。機種にもよりますが、バックライト機能、メッセージの蓄積・保護・削除機能、呼出音選択機能、自動音量アップ機能、アラーム機能、時計機能、フリーメッセージ機能、電話帳機能などがあります。

無線呼出装置

過去、あまり「無線呼出装置」に関する紹介はされていませんでした。ここでは、装置の変遷を中心に紹介することになります。無線呼出装置の変遷は、無線方

式やサービスに大きくかかわっています。装置の大きな変化時点には、「無線方式のデジタル化」、「情報の伝送可能なサービスの開始」がありました。

図14に無線呼出装置の変遷と主な信号方式、サービスの変遷を合わせて示します。

また、それぞれの無線呼出装置の概要を以下に説明します。

■ 1号無線呼出装置 (1PBS)

<1968年～>

1号無線呼出装置 (No.1 Pocket Bell System : 1PBS)は、加入者のダイヤルパルスを呼出用の選択符号に変換して無線送信機に送出する機能を持つものです。装置自体はワイヤスプリングリレー、選択符号用発振器、増幅器などから

構成されていました。制御方式はワイヤードロジックでした。

■ 2号無線呼出装置 (2PBS)

<1978年～>

無線方式のデジタル化に対応するために開発された装置です。1PBSと同様ワイヤードロジックです。しかし、いままで「無線呼出装置」として1つであったものが、「番号受付機能や加入者番号照合機能」を受け持つ装置と、「受付番号の符号化機能」を受け持つそれとに分かれるようになりました。前者を「無線呼出装置」(これ以降「PBS」という名称を引き継ぐことになります)、後者を「符号化装置」と呼んでいます。この符号化装置が無線方式を実現する装置ということになります。

■ 3号無線呼出装置 (3PBS)

<1987年～>

本装置は、固定網からの回線単位に対応する信号処理装置および信号処理装置と保守用端末とのインタフェース機能を有する装置により構成されていました。それぞれの装置はCPUを有し、プログラム制御で動作するものでしたが、発信者からの情報伝達(数字および一部の記号で12桁以内)を可能にするのみに機能を特化したものでした。全国的には導入数は少なく(10ユニット)、次に開発された4号無線呼出装置が広く導入されました。

■ 4号無線呼出装置 (4PBS)

<1987年～>

数字表示付きのサービスを開始するにあたって、本格的なSPC(蓄積プログラム制御: Stored Program Control)方式による処理ノードとして新規に開発された装置です。プログラム制御ということもあって、それまでの音による呼出しばかりではなく、種々のサービスが提供可能となりました。時期を追って各種機能の充実を行ってきましたが、表2にその開発推移と主な機能追加項目を示します。

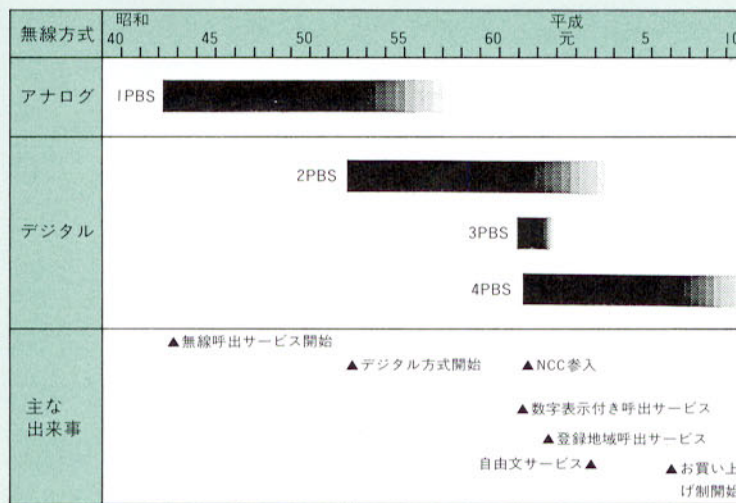
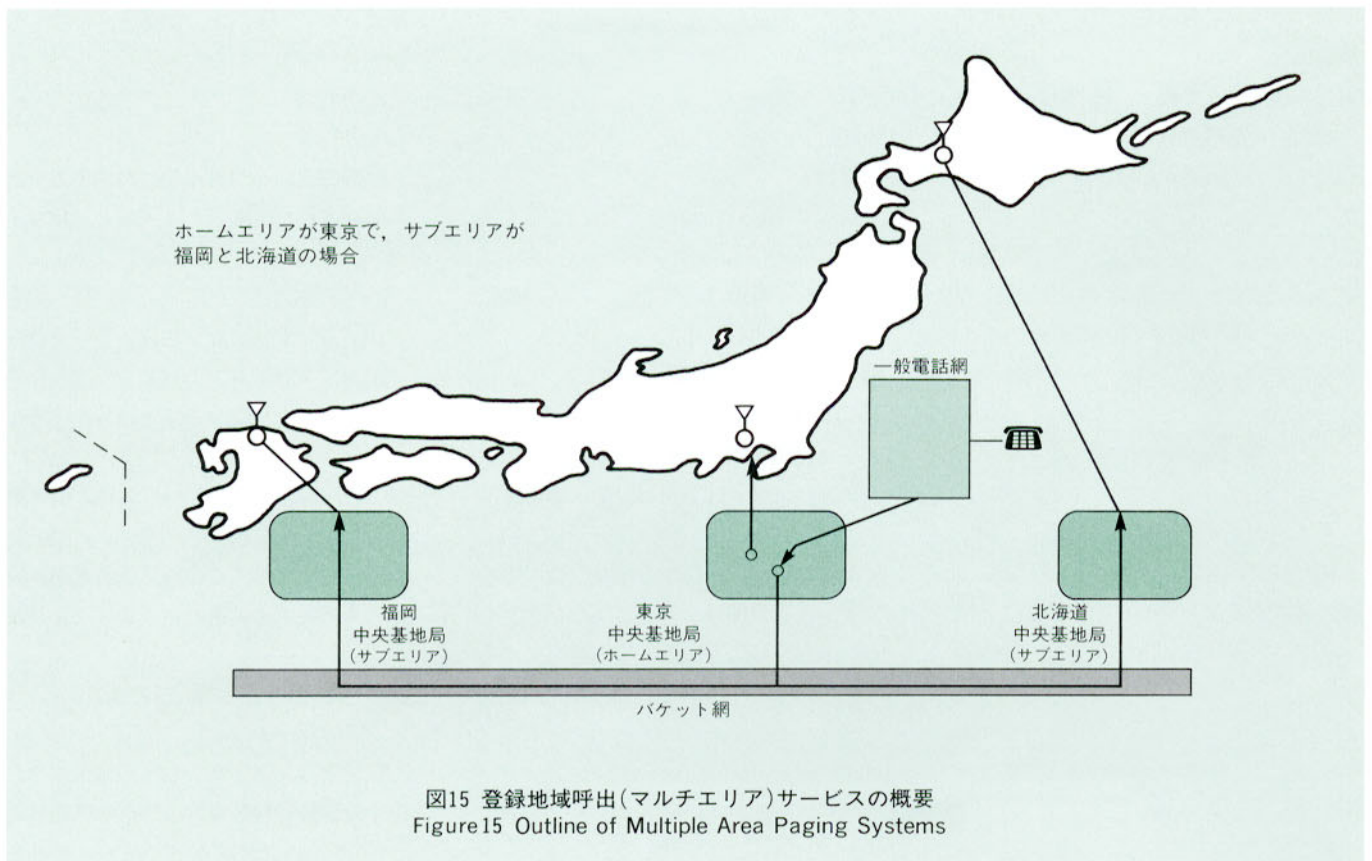


図14 無線呼出装置の変遷
Figure14 History of DoCoMo's Paging Controller(PBS)

表2 4PBSソフトの変遷
Table 2 History of 4PBS's Software

ファイル版数	運用時期	主な機能追加項目
SEF 01	S 62～	表示付き呼出機能のサポート 等
SEF 02	S 63～	登録地域呼出サービス 等
SEF 03 A	H元～	1200 b/s方式のサポート 等
SEF 03 B	H 2～	自由文サービス機能の追加 等
SEF 04	H 4～	遠隔保守機能の充実 等
SEF 05	H 6～	AIS機能のサポート 等
SEF 06	H 7～	お買い上げ制に伴う保守機能充実等



■ネットワークサービス

4PBSが導入されてから、提供が可能となったネットワークサービスの代表として「マルチエリアサービス(登録地域呼出サービス)」について簡単に紹介します。

■マルチエリアサービス (登録地域呼出サービス)

ポケットベルに対する要望の1つとして、より広い地域で使いたいということがあります。この要望に対応するために、受信機を携帯するお客さまが登録したサービスエリアに対して、同一ポケットベル呼出番号で呼出しを受けることができるサービスです。例えば、東京で本サービスを契約し、呼出エリアとして札幌や福岡を指定すれば、札幌や福岡へ出張した場合にも、同じポケットベル受信機で呼出しを受けることができるというものです。ただし、呼出せるエリアはお客さ

まが契約時に指定したエリアのうち、そのとき登録してあるエリアです。サービスの概念を図15に示します。

おわりに

ポケットベルの歴史を振り返ってみました。移動通信サービスとしては古株ですが、まだまだ過去のサービスではありません。現在もポケットベルをご利用されるお客さまは増加し続けています。現在の1200b/s方式でも周波数の行き詰まりを向かえることになります。この事態に対応するため、さらに大容量化するための新しい方式の開発が進められています。また、いままでになかったサービスを実現するための新たな装置も必要となるでしょう。さらに、魅力ある受信機を提供し続けなければなりません。ますます大変で、面白い時代が訪れようとしています。