

# 3. ケータイ & IP with CDMA

竹之内 剛

KDDI

t-takenouchi@kddi.com

CDMAテクノロジーによる携帯電話システムが商用化して早3年が経過した。軍事技術として誕生したCDMAテクノロジーをベースに、今や世界中の多数キャリアが、次世代の携帯電話システムとして採用することが決定している。

また、近年インターネットが加速度的に普及しており、クライアント端末としてはパソコンだけではなく、一般家電までがインターネットに対応してきている。当然、携帯電話もインターネットに接続する端末として、各種情報の閲覧、Eメール、音楽配信、画像配信といったサービスが提供されている。携帯電話の「モビリティ」を活かしたロケーション情報や、インターネットの「IPテクノロジー」を活かしたWAPなど、ケータイとIPの融合はすでに始まっている。

## CDMAテクノロジーの紹介

米国が魚雷制御信号の妨害を排除するのに用いたのが、CDMA実用化の第1歩であった。干渉や雑音に強く秘匿性が高いCDMA技術は、軍事、警察、宇宙開発などで広く使われるようになり、携帯電話への利用も検討された。しかし実用化への壁として、膨大な信号処理に要する半導体がなかったこと、周波数を多くのユーザで共用するためには携帯電話の出力を制御する必要があることが挙げられる。米国のベンチャー企業であるQUALCOMM社がCDMA技術を使った携帯電話の開発に初めて成功したのである。

## 直接拡散方式と周波数ホッピング

CDMAとはCode Division Multiple Accessの略で、日本語では符号分割多元接続方式と呼ばれる。CDMAではデジタル符号化された音声信号に、PN符号という“1”，“0”の特別な組合せを持つ数ビット長の符号(単位時間当たりのビット数が多い分、音声信号に比べて広帯域信号となる)を音声信号1ビットごとに乗算することにより、1.25MHz (cdma Oneの場合)という広い帯域に拡散した信号として送信する。受信側では同じPN符号と受信信号の畳み込み演算を行うことにより、逆の操作(逆拡散)を行い、元の音声信号を再生する(図-1参照)。

伝播途上で混入する雑音はあらかじめ拡散を受けていないため逆拡散により弱くなるのに対し、逆拡散により再現された元の信号ははるかに強くなるため、雑音の影響はほとんどなくなってしまう。異なるPN符号で拡散された他の呼も同様である。

CDMAでは多数のユーザが1.25MHzという広い周波数帯域幅を共用し、それぞれの呼をこのPN符号によって区別することから符号分割多元接続と呼ばれている。このPN符号は組合せが2の42乗(4兆以上)個あり、拡散に使われたPN符号が分からないかぎり、元の音声信号は再生できないためきわめて秘匿性の高い通信が可能となる。

## EVRCとレーク受信とソフトハンドオフ

CDMA技術を日本で商用サービスとして提供しているau/KDDIのcdmaOneを例にとり、携帯電話システムとして安定した品質を保つために追加している技術

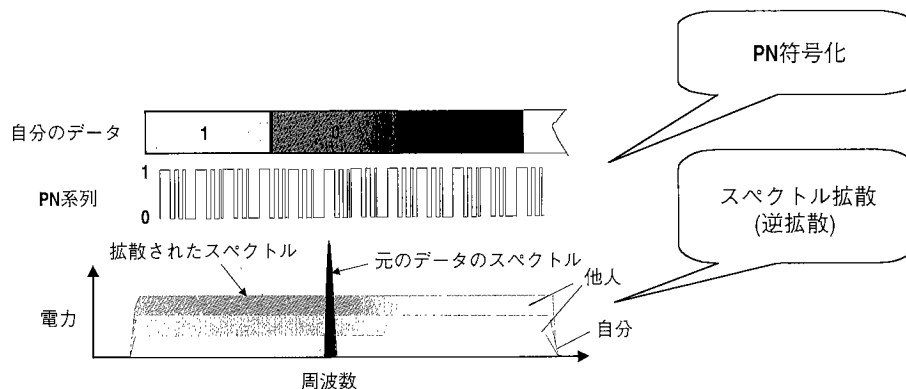


図-1 CDMAの原理

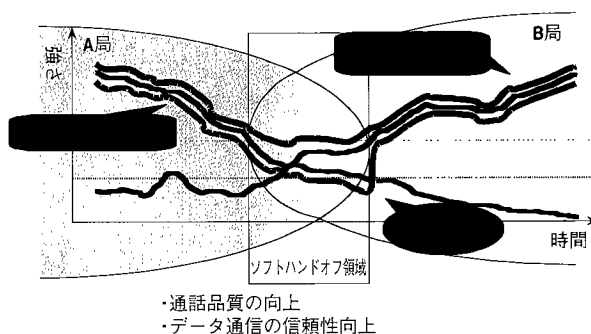


図-2 ソフトハンドオフの概念

を紹介する。

cdmaOneは最新の音声圧縮技術であるEVRC (Enhanced Variable Rate CODEC)を採用している。EVRCは、音声の特徴を持たない騒音を抑制する機能を有しており、これにより自然な音声に近い通話を実現している。最大符号化速度は8kbpsであるが、通話中の情報量に応じて速度を低くし送信電力を制御して、周波数の利用効率を上げている。

また、cdmaOneで安定した通信を継続させる技術としてレーク受信技術(パスダイバシティ)とソフトハンドオフ技術が挙げられる。CDMAは基地局からの直接波とビルなどからの反射波のうち、信号の強い順番に3つを複数受信機で同時受信して、1つの安定した信号を合成している。この技術は信号を熊手(レーク)を使って掻き集めるのに酷似していることからレーク受信と呼ばれている。このレーク受信技術(パスダイバシティ)により、通話が途切れることなく安定した通信を達成している。ソフトハンドオフは2つの基地局間を移動する場合、両方の基地局の電波を同時に受信して通信を繋ぐ技術である。この2つの技術によって、高

品質な安定した通話だけでなく、同じく高品質で安定したデータ通信が提供可能なのである(図-2参照)。

### パケット通信

cdmaOneの技術をデータ通信分野に活かしたサービスがPacketOneである。PacketOneはIS-95規格で作られており、最大64kbpsのパケットデータ通信を達成している。無線チャンネルは接続時に割り当てられたch数を通信終了まで1人のユーザが占有して使用するベストエフォート型のパケット通信である。無線上では1ch当たりの伝送速度は14.4kbpsを保証しており、無線状態によって割り当てられるch数が変化する。チャンネル数が変化する契機としては、発呼時の無線状態、ハンドオフ時、Dormant(休止)からの復帰時が挙げられる。64kbpsのパケットデータ通信においては、下り5ch、上り1chを同時に使用する。PacketOneの接続先はIPネットワークに限定されている。

また、PacketOneは基地局設備を共用しているため、音声通信が提供されているエリアにおいて、新たに設備を構築することなく軽微な追加で、高速なパケット通信が提供可能である(図-3参照)。

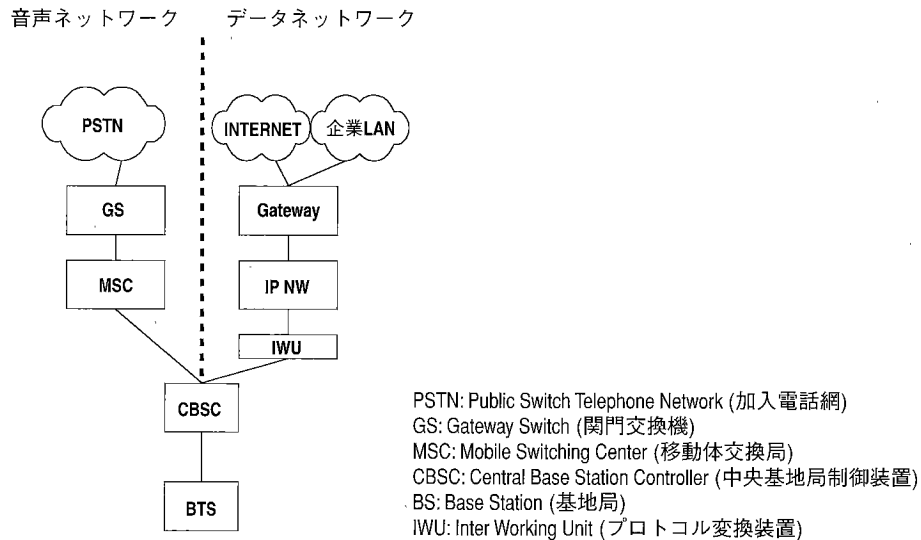


図-3 データ通信ネットワーク概要

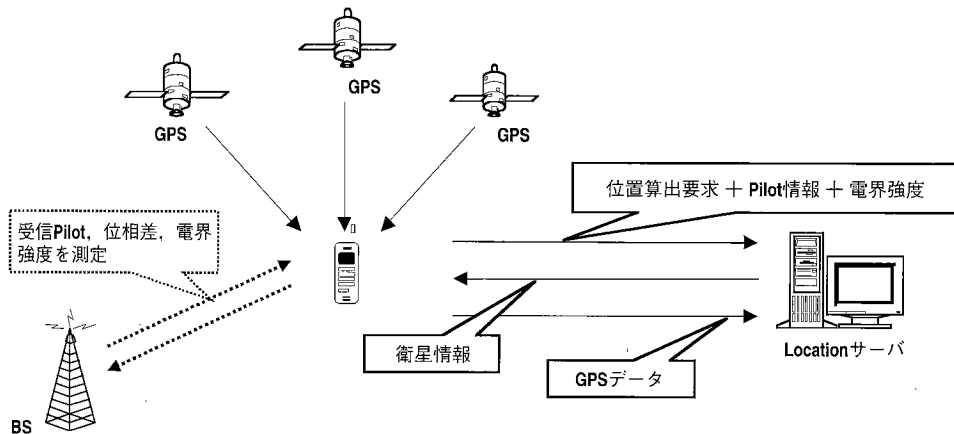


図-4 位置情報測定システム概要

### 位置情報測定

cdmaOneのシステム全体はGPS (Global Positioning System) で同期をとっていることから、携帯電話の移動性を活かしたサービスとして高いニーズがある位置情報が、高精度で提供可能である。図-4を参照しシステム概要を説明する。GPS対応のcdmaOne携帯電話はGPSアンテナとGPS受信機を内蔵しており、携帯電話側でGPS波を受信し、Locationサーバ側にGPS情報を送信する。LocationサーバはGPS衛星情報を使用して位置の算出処理および補正処理を行う。

また携帯電話は、複数の基地局からパイロット信号を受信して、その位相差、電界強度を測定する。測定結果から3点測量を行い、基地局データベースのデータをもとに緯度・経度に換算する。

携帯電話はGPSアンテナと受信機を有することから、GPS衛星による正確な時間により、さらなる補正を行い、

精度を向上させる。

この技術はさまざまなサービスへの利用が期待されており、昨今社会問題になっている子供や老人に代表される弱者救済に役立つことと思われる。

### 携帯電話におけるインターネット利用の現状

街中で携帯電話を耳に当てている姿が珍しくなくなった現在、今度は声も立てずにディスプレイを覗き込んでいる姿が街に溢れてきた。そのうちの何人がインターネットへのアクセス、またはインターネット技術の利用を意識しているのだろうか。

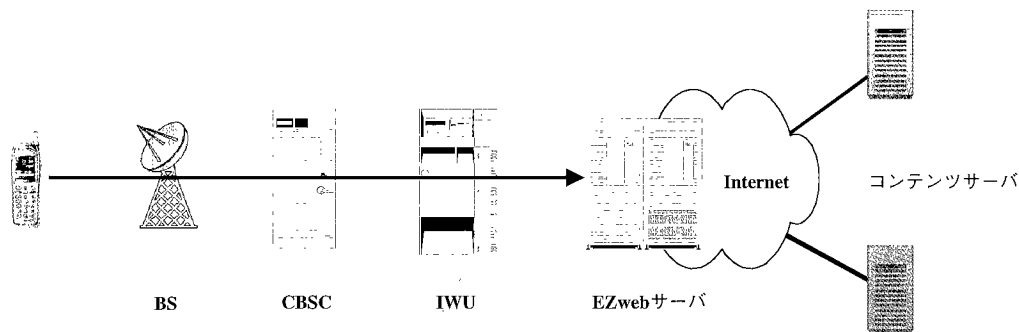


図-5 EZwebシステム概要

### EZweb

EZwebは携帯電話に搭載しているブラウザとインターネットに繋がったサーバ間をWAP (Wireless Application Protocol) で接続して、インターネット上のコンテンツを表示するサービスである(図-5参照)。WAPはWAP Forumで標準化が進められている移動体に特化したプロトコルであり、世界的に統一されている。現在、全世界で複数のキャリアがWAPを使用したサービスを提供しており、コンテンツの共有化も進んでいる。

サーバはCPUパワー/Memoryの少ない携帯電話の代わりに、プロトコル変換を含むさまざまな処理を行い、携帯電話を補助する。また、データの圧縮、不要データの削除なども行い、移動機への送受信データを小さくする役割も担っている。

コンテンツはHDML (Handheld Device Markup Language) /WML (Wireless Markup Language) というディスプレイサイズが小さい携帯電話向けに規定された、タグ形式の記述言語で書かれている。

今後は、HTML (Hyper Text Markup Language) をXML (eXtensible Markup Language) アプリケーションとして再定義した次世代のWebコンテンツ記述言語であるxHTML (eXtensible Hyper Text Markup Language) に対応したシステムへと拡張していく。

最近のコンテンツの傾向だが、Webコンテンツ記述言語で書かれたテキスト系よりもマルチメディア系のコンテンツのダウンロードに人気集中している。携帯電話の着信時にリングの代わりに鳴らすメロディとして、C-MIDIを基本に16和音など表現豊かな「着信メロディ」を提供しており、音声ファイルをダウンロードして着信時に再生する「着信ボイス」も提供され始めた。携帯電話の待受け時の壁紙やスクリーンセーバとしては、PNG画像を基本に「静止画像」や「アニメーション」を提供

している。また、C-MIDI和音とPNG画像にテキストをミキシングして同期再生する「カラオケ」のようなパソコンと同等のマルチメディアの世界がすでに展開されている。こういったコンテンツが豊富に提供されるのには、日本が世界に先駆けて導入した、通信事業者による情報料の課金回収代行システムによるところが大きいといえる。

### ショートメッセージ

ショートメッセージは携帯電話間でリアルタイムにテキストを交換する手段として、携帯電話ではポピュラーなサービスとなっている。プロトコルは各キャリアで統一が図られていないので、異なるキャリアの携帯電話間では、同一キャリアの携帯電話間でのショートメッセージ送受信と同様のサービスの提供は達成されていない。センターサーバが提供されている場合は、プッシュボタンによるDTMF (Dial Tone Multi-Frequency) 信号で限られた情報のみ送受信することが可能である。

cdmaOneの場合、ショートメッセージの送受信プロトコルとして下位レイヤにTCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) を使用しているため、インターネット上のパソコンなどとチャットを楽しむことも近く実現される。

### Eメール

携帯電話におけるインターネットの普及は、Webの閲覧に加えてEメールの利用拡大が大きく寄与している。プロトコルとしてはモバイル環境に最適なIMAP4 (Internet Message Access Protocol 4) を採用している。インターネットで一般的なプロトコルであるPOP3 (Post Office Protocol Version 3) は、着信したEメールをすべて一度にクライアント側にダウンロードして、クライアント側のファイルとして閲覧するのに対して、

	既存cdmaOne (IS-95)	1xシステム
1. 無線諸元	ARIB STD-T53	3GPP2 IS-2000-2A
1) 無線周波数帯	下り832MHz~834MHz (1キャリア) 843MHz~846MHz (2キャリア) 860MHz~870MHz (7キャリア) 上り 下り+55MHz	← (同左)
2) 周波数設定間隔	25kHzの整数倍	←
3) アクセス方式	CDMA方式	←
4) 多重数	1キャリア内の下りチャンネル数 最大64	1キャリア内の下りチャンネル数 最大128
5) 通信方式	下り: CDM 上り: CDMA	←
6) 変調方式	下り データ変調: BPSK 拡散変調: QPSK 上り データ変調: 64次直交符号変調 拡散変調: OQPSK	下り データ変調: BPSKまたはQPSK 拡散変調: QPSK 上り データ変調: 64次直交符号変調またはBPSK 拡散変調: OQPSKまたはHPSK
7) チップレート	1.2288Mcps	1.2288Mcps
8) 誤り訂正符号	畳み込み符号	畳み込み符号 ターボコード (データ用)
9) 最大データ伝送速度	下り 115.2kbps 上り 14.4kbps	下り 307.2kbps 上り 230.4kbps

表-1 IS-95・1xシステム比較

IMAP4ではサーバ上にEメールボックスを作成し、必要なEメールだけをクライアント側にダウンロードする。また、サーバとクライアントでEメールボックス間の同期を図ることで携帯電話のメモリを有効活用することが可能である。音楽や画像を処理することが可能な携帯電話の増加に伴い、Eメールへの添付を可能にしておき、すでにパソコンに近い環境を提供している。

## ケータイ & IPの融合

モバイルとIPの融合は次世代携帯電話でさらに加速し、音楽や映像といったリッチなコンテンツがインターネットを意識しないで提供されることが計画されている。

### 1xRTT

1xシステムはMC-CDMA (Multi Carrier-CDMA) をベースとした次世代携帯電話システムである。

特徴としては、効率よい無線容量の確保により、キャリア当たりで既存のIS-95Bに比べて約1.5~2倍周波数の有効利用が可能となっている。また、1x技術により既存のIS-95Bで提供している64kbpsの packets 通信に対して、最大144kbpsの高速 packets 通信が提供可能である。システム/無線回線設計は既存のcdmaOneと同条件で、設置場所は既存設備への増設もしくは併設程度としており、アンテナも極力流用することでコス

トダウンを図れる。周波数帯域は800MHz帯の既存割り当て内を利用し、エリアも同程度を計画しており、ハンドオフなど既存のcdmaOneのサービスを継承している (表-1参照)。

### HDR

1xRTTに加えて、cdmaOneの無線技術を拡張しデータ伝送に特化した技術として、QUALCOMM社が開発したHDRの導入が検討されている。HDRは高速データ伝送、および高い周波数利用効率を実現しており、特徴としては「セクタースループット最大2.4Mbps(下り)」、平均600kbpsの高速データ通信」「GoS (Grade of Service) 制御によるスループット向上」「パケットデータ通信に適したフルIPベースの通信方式」「下りのパワーコントロール不要」「ソフトハンドオフ不要」「強力な誤り訂正(データ通信は遅延に強い)」「データ再送機能」が挙げられる。

1xRTTとHDRの導入により、インフラとしてはケータイとIPの融合が達成される。しかし、ケータイとIPの融合は単に技術で語られるものではない。活かすも殺すもアプリケーションにかかっているとんでもない過言ではない。携帯電話で得た利便性や娯楽性と引き換えに失ったヒューマンコミュニケーションはあまりに大きい、私は豊かなコミュニケーションの復活を期待せずにはいられない。

(平成13年2月1日受付)

