

石器時代の携帯電話開発 その2

国別の移動体通信の歴史と現状

各国別に移動体通信の歴史と現状について説明します。

アメリカ

アメリカの移動体通信の歴史は、1947年にAT&Tベル研究所で概念が開発されたことに始まります。この時、開発されていた概念がFDMAを使用した、セルラー方式でした。

この概念の商用サービスに向けての確認試験が開始されたのは1962年でした。

その後、連邦通信委員会（FCC：Federal Communications Commission）が地上移動体通信用に新しい無線周波数を確保したのが1970年でした。AT&Tは同年に最初の移動体通信システムの構築を提案しました。

これがAMPS（Advanced Mobile Phone Service）方式で、商用サービスを開始したのは1983年でした。この時最初にサービスが開始された都市はシカゴでした。

AMPS方式ではFM（Frequency Modulation：周波数変調）と呼ばれるアナログ変調方式を採用していました。

周波数当たりのユーザ収容量を増やし、機器の小型軽量化を目指し、デジタル方式が開発導入されるようになりました。

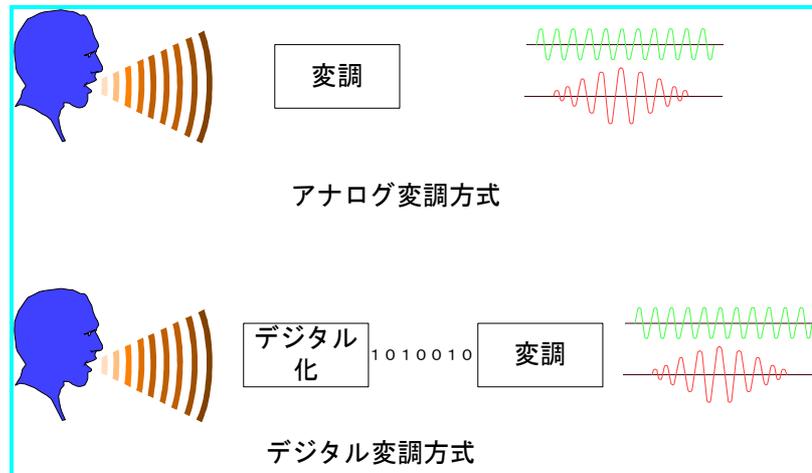


図 1 デジタル変調方式

デジタル方式とはデジタル変調技術を使った方式で音声を一度図 1のようにデジタル信号に変換（この変換はボコーダと呼ばれます）して送信する方法です。

デジタル方式導入の際、多元接続方式にTDMAを採用しました。

しかしこの時期、北米におきましてはAMPS方式がすでに広く普及してましたので、デジタル／アナログ・デュアルモード電話としてIS-54方式のサービスが1992年に始まりました。

しかし、AMPSに比べて優位性が少なく、その上、デュアルモードのため小型化が困難だったためユーザー数の伸びは緩やかでした。

その後、もう一つのデジタル方式として、CDMA方式が開発、導入されました。

CDMAの最初の商用サービスは、PCS事業者のプライムコパーソナルコミュニケーション社が1996年に始めました。

携帯電話事業者もカリフォルニア州ロサンゼルスとネバダ州ラスベガスで1996年に商用サービスを始めました。

北米では800MHz帯の周波数を使用する携帯電話サービス(一般にセルラーサービスと呼ばれています。)と1.9GHz帯を使うPCS(Personal Communication Service)があり、地域毎にそれぞれ別の事業者が運営をしています。

CDMA方式は前述の様に携帯電話サービスにもPCSにも採用されていますが、携帯電話サービスではCDMA/アナログデュアルモード、PCSではCDMAシングルモードのシステムになっています。

ここまで説明してきたCDMA方式は現在CdmaOne¹という通称で呼ばれています。また将来の新しいCDMA方式としてWideband-cdmaOneと呼ばれる広帯域のCDMA方式を開発、導入されていく予定といわれています。

欧州

欧州では、スウェーデンで1981年にNMT(Nordic Mobile Telephone)方式で最初に商用サービスを開始しました。NMT方式はAMP S同様、多元接続にはFDMAを変調にはアナログ変調を使用しています。

NMT方式はスウェーデン、ノルウェー、オランダ、デンマークなどで450MHz、900MHzの2周波数帯により利用されています。これらの地域は氷や雪に車が閉じ込められたときの救援用としても自動車電話が重宝されました。

欧州ではNMT方式以外のアナログ方式としてはイギリス、イタリア、スペインなどで採用されているTACS(Total Access Communication System)方式、フランスで採用されているRC2000方式、ドイツ、ポルトガルで採用されているC-450方式があります。

欧州におけるデジタル方式としてGSM(Group Speciale Mobile 現在はGlobal System for Mobile Communication)開発のための作業グループが1982年に欧州郵便電気通信主管庁会議に組織されました。1987年には、18カ国がGSM技術を採択し、1989年に欧州電気通信標準化機構に移行し、1991年からサービス予定でありました。しかしGSM機器の入手難とローミング時の²課金問題等が発生し予定は延期され、商用サービスは1992年に開始されました。

GSM方式はTDMAを用いたデジタル変調方式でありIS-54と同じ構成ですが、システムとしてはまったく異なるシステムになっています。

GSM方式は現在、欧州以外にもアジア各国で多く採用され、デジタルセルラー標準として一つの地位を確立しています。

アジア

アジアではセルラー電話の先進地域として香港、日本、韓国と現在の普及率は低いですが総人口から考えて、将来爆発的な需要が見込める中国があります。³

¹ 1997年当時、今は進化してcdmaOne EV-DO(日本ではcdma win)などと呼ばれている

² GSMはその後、進化してGPRSとなり、その次は日本のドコモ、ソフトバンクと同様W-CDMA(3GPP)へと移行しています。

³現在の中国は70%がGSM、30%がcdmaOneです。GSMはヨーロッパ資本が、cdmaOneは韓国資本が大きく影響を与えています。

香港は、セルラー電話の普及率が高く競争も激しい地域で、アナログ方式、デジタル方式が多く入り込んでいます。また1995年にはアメリカに先駆けCDMA方式の商業サービスを始めています。

香港が採用したCDMA方式は北米のCDMA (IS-95) の方式を元にしたシステムでした。

韓国は、1984年からAMPS方式の商用サービスを開始しています。また1996年からはCDMA方式の商用サービスを開始しました。

韓国も香港と同様にCDMA方式は北米のCDMA (IS-95) の方式を元にしたシステムでした。

このため韓国ではCDMA方式のシステムを潤滑に導入するために、基地局、移動局を製造するメーカー数社が米国クアルコム社からライセンスを受けています。

米国クアルコム社はIS-95方式のCDMAの提案会社で、IS-95に関わるCDMAの特許を多数保有しております。

日本の状況

アナログ方式

日本はアジアにおいて技術的先進地域です。日本電信電話公社（現在の日本電信電話株式会社 以下NTTとします。）はアメリカより4年早い1979年に800MHz帯の周波数でFDMAアナログ方式のNTT方式の商用サービスを開始しました。

1985年の電気通信事業法によりNTTが民営化されるまでは日本の自動車電話市場はNTTが独占していました。

郵政省は、1986年にNTT以外の日本移動通信株式会社と第二電電株式会社をサービス事業者として新規参加を許可し競合を図りました。

日本移動通信株式会社は、関東・中部地区で、第二電電株式会社は関西など関東・中部地区以外の地域での運用を許可されました。

この時、日本移動通信株式会社は、NTT方式で、第二電電株式会社はJTACS (Japan Total Access Communications System) 方式でサービスを開始しましたが、1993年に日本移動通信株式会社はNTACS方式 (NTACS Narrowband-TACS) でもサービスを開始しました。NTACSはJTACSの上位互換性を持っているので、JTACSの基地局にも接続することができます。

日本移動通信株式会社のNTACSの導入により日本移動通信株式会社と第二電電株式会社のローミングが可能になりNTTと同様に日本全国でのサービスが可能となりました。

PDC

アナログ方式のNTT方式、TACS方式に続くデジタル方式として日本ではPDC (Personal Digital Cellular) 方式が採用され1993年に商用サービスが開始されました。

PDC方式はTDMAを用いるデジタル変調方式で北米のIS-54に似たシステムになっています。ただし日本の場合はアナログとのデュアルモードではなくデジタルだけのシングルモードになっています。

郵政省は更に競争による市場拡大のために、1994年の端末売り切り制導入時に各地域に更に2社づつサービスを許可し各地域4社競合となりました。

この時、追加で運用を許可された各地域毎の2社はこれまでの移動体通信に使われていた800MHzの周波数帯ではなく、1.5GHzの周波数帯が割り当てられました。

1994年の端末売り切り制導入を契機に、事業者間、端末メーカー間に競争原理が働き、新規加入者数の増加には目を見張る動きがありました。

1979年の商用サービス開始以来1994年3月まで15年間で200万台強になった累計台数が1995年3月には400万台強、さらに1996年3月には1,000万台強になっています。

この急速な増加は規制緩和によるよい例としてよく引用されます。

PDC方式は、1995年に9600bpsのデータ通信の商用サービス開始しモバイルユーザーの期待に答えました。

同じく1995年にはチャネル数増加の為に音声のデジタル化の効率を倍にしたハーフレート方式のサービスを開始しました。

これまでのフルレートは1周波数当たり3ユーザ収容可能でした。ハーフレートでは1

周波数当たり6ユーザ収容可能となります。従ってハーフレートは同じ周波数帯域でフルレートの2倍のユーザを収容することができます。

PHS

日本においては米国のPCS同様、携帯電話とは別にPHS（Personal Handyphone System 第二世代コードレス電話システム）があります。

PHSは1995年にはじまった商用サービスで、1.9GHzの周波数帯を使い、TDMA-TDD（TDMA-Time Division Duplex）と呼ばれる上りと下りに同じ周波数を使う方式を採用しています。PHSとPDCの仕様の比較を表1に示します。

表1 PDC-PHS比較

	PDC	PHS
使用周波数	800MHz帯	1.9GHz帯
多元接続方式	TDMA	TDMA-TDD
音声転送レート	11.2KBPS/5.6KBPS	32KBPS
送信電力	800mW	10mW

PHSは音声のデジタル化を低圧縮方式に、出力電力も低くし、端末を廉価で供給できるようなシステムになっています。

10mWの送信電力にしたためPDCよりはるかに小さいマイクロセルのシステムになっており、廉価な基地局を多数設置するという思想に基づきシステム仕様が定義されています。この思想に従った形でPHSの基地局は実際に電柱や電話ボックスに多く設置されています。

ここでこれまで説明してきたTDMA方式の各国の比較を表2に示します。

表2 TDMA方式比較

方式名	PDC	PHS	GSM	IS-54
帯域幅	25KHz	300KHz	200KHz	30KHz
チャンネル数	6 *1	4	8	3
搬送波	携帯電話 >基地局	810~826MHz 1429~1453MHz	1895~1918MHz	890~915
	基地局 >携帯電話	940~956MHz 1477~1501MHz		
周波数			935~960	869~894
変調方式	$\pi/4$ シフトQPSK	$\pi/4$ シフトQPSK	GMSK	$\pi/4$ シフトQPSK
音声コーデック	VSELP/PSI-CELP	ADPCM	RPE-LTE	VSELP

* 1: ハーフレート方式の場合、フルレート方式の場合は3チャンネル

VSELP: Vsector Sum Excited Linear Prediction

PSI-CELP: Pitch Synchronous Innovation-Code Excited Linear Prediction

RPE-LTE: Regular Pulse Excitation Long Term Prediction

CDMA方式

日本でも北米同様CDMAの導入の動きはあります。日本の場合はどの方式を選択するかは各事業者毎に行なわれます。その中で北米と同様のCdmaOneを選択する事業者とNTTドコモ（日本電信電話株式会社から1992年に分離独立）が中心に開発を進めているW-CDMA方式を選択する事業者に分かれています。

IMT-2000

FDMA, TDMA, CDMAと各国において変遷してきた歴史について説明しましたが、これらの各国内の動きとは別に21世紀に向けて全世界の移動体通信方式を標準化しようという動きがあります。⁴この動きはITU (International Telecommunication Union 国際電気通信連合) が中心になって1985年にFPLTS (Future Public Mobile Telecommunication Systems) として標準化作業が開始されました。

その後1992年に周波数割り当てを決定、1998年6月に各国からの提案受付を締め切り、1999年12月にIMT-2000 (International Mobile Telecommunication-2000 FPLTSから改称) の仕様書をまとめることになっています。

IMT-2000に対して各国が提案する方式としては日本、欧州、米国を中心にした三つに分かれています。日本と欧州は日本が提唱するW-CDMAとETSI (European Telecommunication Standard Institute) が提唱するTD-CDMAの併用の仕様を共同で、米国はWideband-CdmaOneを

表3の様に提案する予定です。

表3 IMT-2000提案

	日本/欧州		米国
方式名	W-CDMA	TD-CDMA	Wideband-cdmaOne
多元接続技術	CDMA	CDMA/TDMA	CDMA
搬送波周波数間隔	1.25/5/10/15/20MHz	1.6MHz	1.25/5MHz
ベースバンド信号変調方式	QPSK(下り)/BPSK(上り)	QPSK(384Kbit/S以下) 16値QAM(384Kbit/S以上)	QPSK(下り)/BPSK(上り)

QPSK: Quadrature Phase Shift Keying
BPSK: Binary Phase Shift Keying

データ通信

電子メール、インターネットが世の中に広く普及してきており、移動体通信の分野でもモバイルコンピューティングと呼ばれ話題になっています。

PDCをはじめとする各デジタル方式ではデータ通信との親和性を最大限に生かすサービスとして高速データ転送が実現されています。その仕様を表4に示します。

表4 データ通信

	PDC	GSM	IS-54
回線交換型	9.6K	64K	64K
パケット交換型	28.8K	115.2K	115.2K

単位はBPS (Bit Per Second)
GSM, IS-54は予定も含む

まとめ

ここまで移動体通信の歴史、現状といった一般的なことについて説明しました。

次回からはこの非常にホットな移動体通信がどのような技術によって支えられているか？について説明していく予定です。

⁴ 1997年当時の状況