

# GSM 方式ディジタル携帯電話機

Handheld Portable GSM Cellular Phone

水本 徹  
T. Mizumoto

加藤 維紀  
T. Katoh

伊藤 公一  
K. Ito

携帯電話機は急速に市場が拡大している。中でも欧州でスタートした GSM (Global System for Mobile communications) はアナログシステムへの加入者とほぼ同数となり、さらに世界的に普及してきている。

当社は高密度実装技術と高集積度 IC を採用することにより、小型・軽量・薄型でかつ高機能な GSM 携帯電話機を開発した。機能、性能面では高効率内蔵アンテナ、取扱説明書なしで基本操作できるマンマシンインターフェース、および 3 V の低電圧動作により、低消費電流化を図り、長時間使用などの特長を実現した。

The cellular market has shown rapid growth. In particular, the global system for mobile communications (GSM), which started in Europe, has achieved almost the same number of subscribers as analog cellular systems and is spreading throughout the world.

We have developed a compact, lightweight, thin-profile GSM telephone incorporating various features. In terms of features and performance, we have realized a high-efficiency internal antenna, an easy-to-operate man-machine interface that basically eliminates the need for a user's manual, and extended use with 3 V operation.

## 1 まえがき

近年の携帯電話機の普及は目覚ましく、1996 年末における全世界の総加入者数は約 1 億人に達している。中でも 1991 年にヨーロッパを中心にスタートした GSM システムは、現在日本、北米を除くほとんどの地域で導入され、デジタルセルラーシステムの世界標準となりつつある。

当社は、これまで米国および日本国内の自動車・携帯電話市場において、トップレベルの実績を挙げてきた。その中で得られた小型・軽量化技術を基に、GSM の市場に参入すべくドイツの Hagenuk Telecom 社、デンマークの Cetelco 社と共同で携帯電話機の開発をした。

ここでは、今回開発した GSM 携帯電話機 TCP-6000 の概要を紹介する。

## 2 製品概要

この携帯電話機は、容積 125 cm<sup>3</sup>、重量 170 g (標準のスリムライン電池使用時、リチウムイオン電池使用時は 140 g) の小型・軽量・薄型でかつ高機能な携帯電話機である。

大部分の回路を低電圧 (3 V) で動作させることにより、連続待ち受け約 40/95 時間 (スリムライン電池/大容量電池使用時) と GSM 携帯電話機ではトップクラスの値を実現した。これにより、一回の充電でスリムライン電池で 1 日、大容量電池で 2 日以上使用可能という製品コンセプトを実現できた。

デザインは当社の特長である側面形状が S 字状の “S ラ

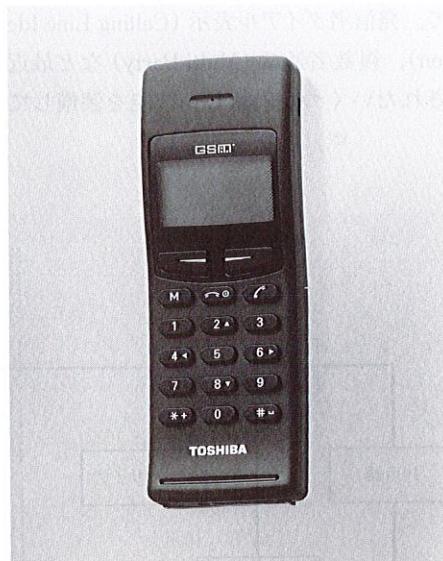


図 1. GSM 携帯電話機 小型・軽量、アンテナ内蔵の GSM 携帯電話機。

Handheld portable GSM cellular phone with integrated antenna

イン” をベースに、今回開発した内蔵アンテナと合わせてスリム (GSM の中ではもっとも薄い 17 mm) でエレガントかつポケットブルなものとなっている。また、表示も見やすいようにフルドットマトリックス大型ディスプレイを使用、これに加えて操作をメニュー方式とすることにより、キーの数を 17 個と従来と比べて少なくした。図 1 に今回開発した携帯電話機の外観を、表 1 に主な仕様を示す。

表1. GSM携帯電話機の主な仕様

Specifications of handheld portable GSM cellular phone

通信方式	下り TDM (Time Division Multiple) 方式、 上り TDMA (TDM Access) 方式 8 多重
周波数範囲	送信: 890.2 MHz~914.8 MHz 受信: 935.2 MHz~959.8 MHz
送受信周波数間隔	45 MHz
チャネル数	992
チャネル間隔	200 kHz
伝送速度	270.833 kbps
音声符号化速度	13 kbps
送信出力	最大 2 W (class IV), 2 dB step 可変 11 段階
変調方式	GMSK, BT = 0.3
音声符号化方式	RPE-LTP (Regular Pulse Excitation-Long Term Prediction)
電源電圧	3.6 V
連続通話時間	約 80 分 *
連続待受け時間	約 40 時間 *
容積	約 125 cm <sup>3</sup> *
重量	約 170 g *
温度範囲	-20~+55°C

(注) : \* スリムライン (標準) 電池使用時

なお、この携帯電話機は第一世代の GSM 携帯電話機の機能に加えて、発信者ダイアル表示 (Calling Line Identification Presentation), 複数者通話 (Multi Party) など最近事業者により導入されたいいくつかの新しい機能を装備している。

### 3 全体構成および特長

全体構成を図2に示す。特長は制御・信号処理部、無線部とも高集積度ICおよび超小型(1005)チップ部品の使用により、小型化を実現した点にある。特に、制御・信号処理部はベースバンドコンバータ、DSP(Digital Signal Processor), マイクロプロセッサの三つのLSIに集積した。また、無線部も高周波LSIにより大幅に小型化されている。

GSMに特有な機能としては次の3点がある。

#### 3.1 適応波形等価

基地局からの直接波に加えて山や建物などから反射してくる遅延波が存在する悪い伝搬環境下では、マルチパスフェージングが受信の誤り率特性を劣化させる。特に、GSMでは伝送速度が270.833 kbpsと高速のため、直接波と遅延波の時間差が数ビット程度となる場合がある。このような条件下でも良好な誤り率特性と最大16 μs(約4ビット)までの遅延波に対応することが必要である。その実現のためDSPによるビタビアルゴリズム(Viterbi Algorithm)を用いた適応的な波形等価を採用した。

#### 3.2 SIM (Subscriber Identity Module) カード

GSMではSIMカードと呼ばれるICカード(現在大小2種類)と携帯電話機とのインターフェースが規定されている。今回開発した携帯電話機ではマイクロSIMと呼ばれる小型

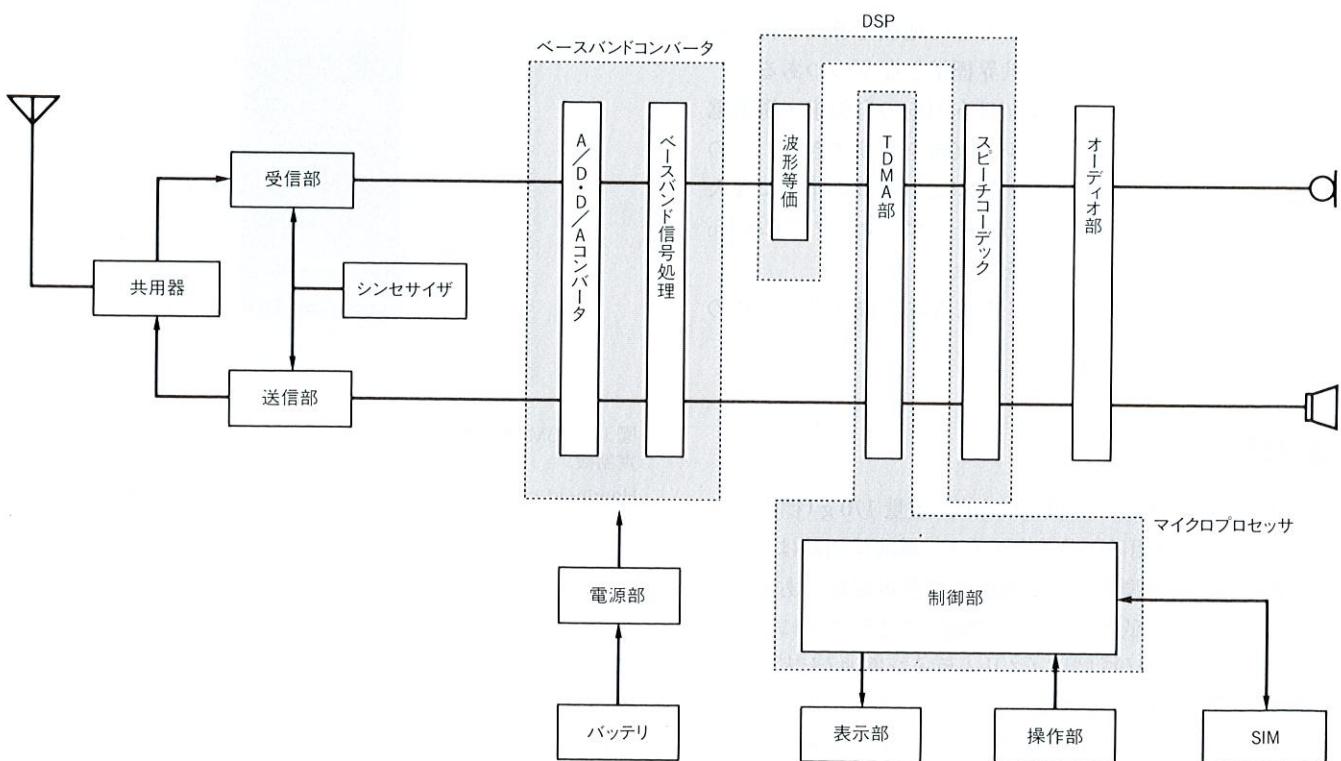


図2. 回路構成 適応波形等価器、周波数ホッピングによる通話品質の向上、SIMカードの使用などがGSMの特長。制御・信号処理部は、ベースバンドコンバータ、DSP、マイクロプロセッサの三つのLSIに集積された。

System configuration

のタイプを使用している。SIM カード内にはユーザ情報、認証・秘話のかぎなどが記録されている。したがって、ユーザは SIM カードを管理することで、自分の電話機の不正使用を防ぐことができる。さらに、電話機本体の交換も容易となる。SIM カードなしでの使用は緊急の通信（警察、消防など）だけ許されている。

### 3.3 國際ローミング

冒頭で述べたように GSM は多くの国に導入されている。したがって、一つの国で加入すれば基本的には他の国でもサービスを受けることができる。ただし、自分が加入した事業者がその国の事業者とローミングに関する契約を結んでいることが必要である。

ところで、この携帯電話機では使いやすさを目的として、操作のメニュー表示を行っていることは前に述べた。メニューの表示について、この国際ローミングおよび多くの国での使用を想定して、10 か国語対応をしている。

## 4 無線技術

無線部の主な特長は次の 2 点である。

- (1) 内蔵アンテナの採用
- (2) 高集積化、超小型チップ部品の使用による小型化（実装面積約 34 cm<sup>2</sup>と世界最小級）

以下、各部の詳細を述べる。

### 4.1 アンテナ

今回、当社の携帯電話機としては初めて本格的な内蔵アンテナを採用した。このアンテナは、逆 F 形アンテナとマイクロストリップアンテナの特長を合わせた構造で、誘電体に金属を蒸着して生成している。通話時に人体と反対方向に強くなる指向性をもたせ、従来の引出しアンテナと同等の利得が得られることが特長である。加えて、アンテナの内蔵により壊れにくい、ポケットに入れやすい（じやまにならない）などの利点もある。

### 4.2 受信部

先に述べた適応波形等価を行うため、無線部でもリニアな伝送が要求される。このため、高周波帯で利得可変低雑音増幅器、中間周波帯（246 MHz 帯）でも利得可変増幅器を使用している。また、これにより電界強度 -40 ～ -110 dBm の広範囲にわたって受信が可能となった。

受信部は小型化のためシングルスープーテロダイイン方式で構成され、上述した中間周波帯の回路、ベースバンド部とのインタフェース回路（フィルタ）および高周波回路（低雑音増幅器、ミクサ回路）を一つの IC で実現している。

### 4.3 送信部

送信部は、二つの局部発振信号を混合して送信周波帯に変換するミクサ回路、規定された変調波を生成する直交変調器、必要な送信出力レベルまで増幅する PA (Power

Amplifier) および、PA の出力レベルを制御する APC (Automatic Power Control) 回路から構成される。変調方式は GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying : ビット帶域積  $BT=0.3$ ) でベースバンド部から供給される IQ (In/Quadrature phase) 信号で送信周波帯のキャリアを直交変調して得られる。送信出力は最大 2 W で、基地局からの要求に応じて、APC 回路により 2 dB ステップ 11 段階の切換えを行う。

送信 LSI にはミクサ回路、直交変調器および、中間周波帯局部発振回路の一部が集積されている。

### 4.4 基準発振シンセサイザ部

基準発振回路、中間周波帯局部発振回路（固定 PLL (Phase Locked Loop)）と高周波局部発振回路（シンセサイザ：1.1 GHz 帯）から構成される。

基準発振回路の出力は装置全体の基準信号として用いられ、前記局部発振回路および制御・信号処理部に供給される。また、基地局との周波数差が 0.1 ppm 以内となるように、受信信号から基地局との周波数ずれを推定し、基準発振回路にフィードバックする構成となっている。

GSM システムではマルチパス環境下における通話品質を向上させる手段として、前に述べた波形等価に加えて、周波数ホッピング機能を備えている。ここで言う周波数ホッピングとは、バーストごとに周波数を決められた手順に従って変化させるものであり次の二つの効果がある。一つは、フェージングによる誤り率特性の劣化を改善する。もう一つは、トラヒックが高い地域で平均的に信号波対干渉波比を改善しシステムとしての効率を向上させる。高周波局部発振回路は、高速での周波数切換えを実現することにより、この周波数ホッピングに対応している。

## 5 機能・操作性向上

### 5.1 操作性の向上

取扱説明書を見なくても基本操作ができるようにした。このため、すべての操作をメニューとして表示する。ユーザはメニューの中から選択することによりその機能が実行できる。これに合わせて便利な二つのソフトキーを導入してキーの数を 17 個と当社従来機種に比べて大幅に少なくした。このソフトキーの一つは、ユーザが自由に設定可能である。例えば、特定の機能の一つを割り当てたり、よく使用する電話番号を登録したりできる。

さらに、ショートメッセージサービス (SMS) への対応も兼ねて、22 mm × 42 mm の大型のフルドットマトリックスディスプレイを使用し、表示ラインも 3, 4 行の切換えができるようにして、見やすく使いやすくなった。また、文字の入力はディスプレイに表示された文字（アルファベット、数字など）を五つのカーソルキーで選択することにより行う。

以上述べたような方式により、総合的に操作性の向上を図っている。

## 5.2 待受け時間の向上

待受け時間への影響が大きい制御回路部を高集積化し、動作電圧を3Vに下げ消費電流の低減を行った。また、必要なときだけ動作させるように、各回路の電源制御を細分化することで、待受け動作時の平均電流を少なくした。これにより、GSMとしてはトップレベルの連続待受け約40時間、連続通話時間約80分を実現でき、その結果、1回の充電で1日(スリムライン電池使用時)使用可能とした。

## 5.3 充電方式

電話機本体に充電制御機能の一部をもたせることにより、充電器のシンプル化と複数の種類の電池(表2)の使用を可能とした。なお、表で重量、容積は電話機本体と合わせた値である。また、参考に各電池の通話・待受け時間も示す。

充電制御は電話機本体内のマイクロプロセッサにより行われる。標準装備の充電器は、マイクロプロセッサからの制御信号に従って充電電流を制御する。制御方法は、電池

表2. 電池とその仕様

Battery and specifications

電池	リチウム 500 mAH Lithium-ion	スリムライン (標準) 600 mAH NiMH	大容量 1,400 mAH NiMH
連続通話時間 (最大送信出力時)	約70分	約80分	約180分
連続待受け時間	約30時間	約40時間	約95時間
容積	約125 cm <sup>3</sup>	約125 cm <sup>3</sup>	約145 cm <sup>3</sup>
重量	約140g	約170g	約200g

の種類によって変えている。また、急速、スローの二つの充電モードがあり、温度などによって選択している。

## 6 あとがき

以上述べたように、各部の高集積化技術、高密度実装技術、内蔵アンテナ、新充電方式などの技術により、小型・軽量かつエレガントなデザインで高機能のGSM携帯電話機を開発した。

今後もGSMは世界中でその需要が伸びていくと予想される。当社はこの動向に対応すべく、より使いやすく、より魅力的な製品の開発を行いタイミングに市場に送り出していく。

水本 徹 Toru Mizumoto

日野工場移動通信システム技術第一部部長附。  
移動無線機器の開発・設計に従事。  
Hino Works

加藤 維紀 Tadamichi Katoh

日野工場移動通信システム技術第一部部長附。  
移動無線機器の開発・設計に従事。  
Hino Works

伊藤 公一 Koichi Ito

日野工場移動通信システム技術第一部部長附。  
移動無線機器の開発・設計に従事。  
Hino Works