

自動車電話用ハンドセット

Handset for Mobile Telephone

山本 琢生⁽¹⁾ 石原 伸幸⁽²⁾ 尾崎 士郎⁽³⁾
Takuo Yamamoto Nobuyuki Ishihara Shiro Ozaki

富田 力⁽⁴⁾ 田中国 次⁽⁵⁾ 細岡 清晴⁽⁶⁾
Tsutomu Tomita Kunitsugu Tanaka Kiyoharu Hosooka

要 旨

わが国の自動車電話は、昭和54年12月から、東京を皮切りにスタートし、現在では、すべての県庁所在地、主要都市および主要幹線道路等、全国ではほぼ連続的にサービスが提供されており、昭和62年6月現在加入者数は約107,000に達している。

また、電気通信事業法の改正（昭和60年4月1日）で、端末機器の一般メーカーでの製造・販売が自由となり、多様化したユーザーニーズを満足させる端末の開発が可能となった。

これらの背景により、このたび、自動車電話用ハンドセットを開発した。特長として、
 “車両にジャストフィットしたデザイン”、“取扱いが容易である等、機能面の重視”、“通話品質向上のため音響特性の改良”が上げられる。自動車電話用ハンドセットは、電気通信システムと人間との接点に位置するため、マンマシンインターフェースの向上を第一のねらいとした。

Mobile telephone service was first started in Tokyo in December, 1979. The service area has since been expanded to such cities as capitals of the seat prefecture, major cities and cities along with major express ways throughout the country. The number of subscribers exceeded 107,000 stations in June, 1987.

Since Telecommunication Business Law was revised on April 1st, 1980, it becomes free for any manufacturer to make and sell telephone terminal equipments in order to meet the various user demand.

In considering of these circumstances, we have developed this handset for mobile telephone with the following features

1. Just fit design for any kinds of car
2. Easy to use
3. Communication with better sound quality

We aim at improving man-machine interface, because the handset exists between communication system and human beings.

(1), (2) トヨタ自動車株式会社

(3)~(5) 富士通テン株式会社移動通信部

(6) 富士通テン株式会社第二オーディオ本部技術部

1. ま え が き

昭和54年12月東京都区内でサービスが開始された自動車電話は、近年急速な勢いで普及しつつあり、これに伴いユーザニーズも多様化している。また電気通信事業法の改正（昭和60年4月1日）^{脚注 1)}で、端末機器が自由化となり、ユーザニーズを満足させる端末の開発が可能となった。

本稿で述べている自動車電話用ハンドセット（以下自動車電話機）は、車室内に設置して使用するため、種々の制約を受ける。デザイン的に優れていること、操作性・安全性を重視すること、音響特性に優れていることが、自動車電話機を開発するにあたり、留意する点である。本稿では、取扱いの容易さ等、マンマシンインターフェースの向上に留意し、トヨタ仕様として開発した自動車電話機について述べる。

2. 自動車電話の概要

わが国の自動車電話は、昭和54年12月から、まず東京を皮切りにスタートしたが、およそ1年後の55年11月には大阪で、56年1月には名古屋でサービスが開始され、現在では、ほとんどの県庁所在地、主要都市および主要幹線道路等、全国ではほぼ連続的にサービスが提供されており、昭和62年6月現在加入者数は約107,000に達している。また、加入者数は2,000年には200万台を突破すると予測されている。図-1に自動車電話の普及台数予測を示す。

2.1 自動車電話方式

自動車電話では、移動機と無線基地局間は800 MHz 帯の周波数を使用している。また、無線ゾ

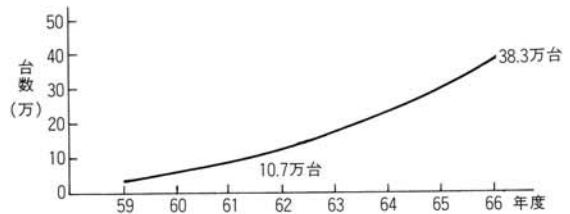


図-1 自動車電話の普及台数予測

Fig. 1 Forecast of mobile telephone stations.

ーンは図-2に示すように、非常に多くの無線ゾーンにより成り立っている。まず、一つのサービス・エリアをその中で同一料金となる幾つかの料金区域に分解し、料金区域は制御ゾーンに分割される。さらに、一つの制御ゾーンは半径5~10kmの小さな無線ゾーンに分割される。図-3に、自動車電話方式の方式構成図を示す。

自動車電話方式の特長は以下のとおりである。

- 1) 一つの無線基地局からのサービスエリアを小さくした、いわゆる小ゾーン方式を採用し、同じ周波数を比較的近い距離で繰り返し使用することにより、電波の面的利用度を高めている。
- 2) 同一周波数の無線チャネルを多数の移動局が時間的に多重利用することにより、電波の使用効率を高め、一无線チャネル当りの加入者容量を増大させている。

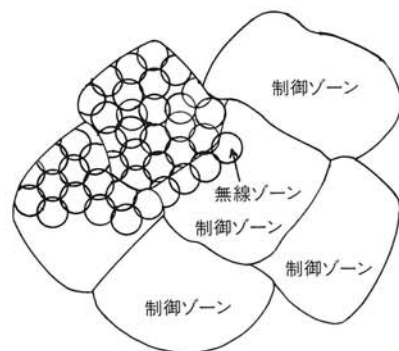


図-2 小ゾーン方式の無線ゾーン

Fig. 2 Principle of small zone communication system.

脚注 1) 自由化

電気通信事業法の改正により、電電公社及び国際電電に限定されていた端末機器提供の規制が解除された。

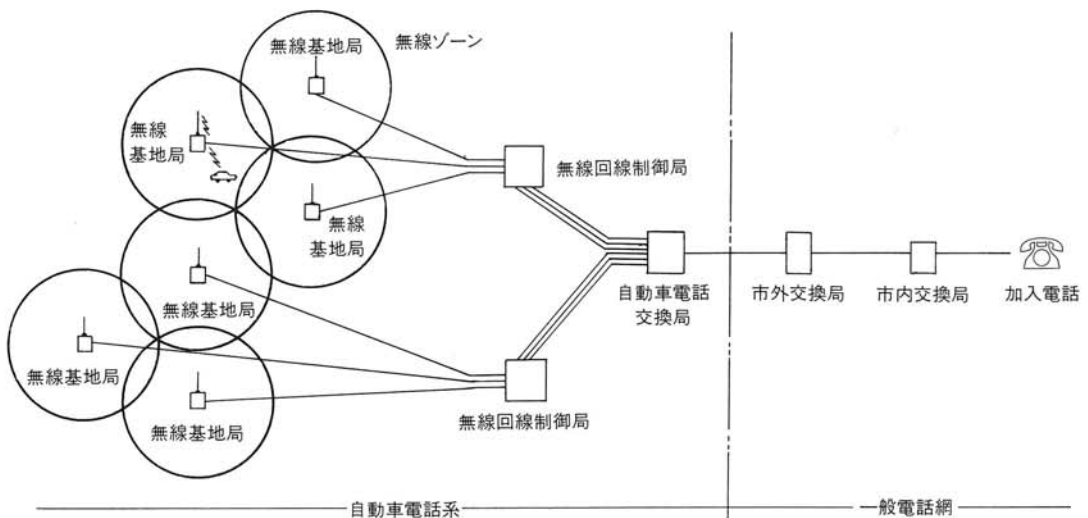


図-3 方式構成図

Fig. 3 Typical configuration of mobile telephone system.

3) 自動車がどの地域に移動しても効率よく呼び出せるよう、各加入者の所在する地域を、移動機から自動的に基地局側に登録し、その登録された地域内の無線基地局だけを使って、移動機を呼び出す方式をとっている。

4) 自動車が通話中に他の無線ゾーンに移行しても通話を継続できるように、通話中の無線チャネルを移行先の無線ゾーンで使用できる追跡切換技術を採用している。

5) 自動車が全国どこへ行ってもサービス地域内での通話を可能とするため、サービスブロックの境界を越えての自動切換技術を採用している。

2.2 自動車電話の機能動作

自動車電話は、「いつでも、どこでも、誰とでも、通話できること」を目指して開発された。したがって、その発着信はすべてダイヤルによって全国の加入電話などに自動接続される。

自動車への着信の場合、自動車電話交換局は、加入者メモリに登録されている移動機の位置から、該当無線回線制御局を介して移動機に呼出し信号を送る。無線基地局は移動機からの応答信号

を受信すると通話チャネルを指定し、移動機は指定チャネルに自動切替えを行い通話が成立する。

電話番号形式については、次のとおりである。

・自動車電話から加入電話にかける場合

市外局番+局番+加入者番号

・加入電話などから自動車電話へかける場合

(自動車電話識別番号 = 3桁、030または040)
+ (サービス地域番号 = 2桁)
+ (自動車電話番号 = 5桁)

一般加入電話の加入者番号は4桁であるのに対し、自動車電話は5桁である。

2.3 宅内電話機と自動車電話機の比較

自動車電話機特有の機能として、受話音量調節、電源表示・圏外表示、ダイヤル照明、ダイヤルロック、応答保留等の機能がある。表-1に宅内電話機と自動車電話機の比較を示す。

2.4 使用料金

自動車電話は、サービス開始当初28,000円であ

脚注 2) サービス地域番号

自動車が所在する地域の番号(例えば東京:31)

った回線使用料（月額）が、現在18,000円に下げられており、自動車電話の普及に大きく貢献している。契約方法については、買い取り方式とリース方式の2種類があり、新設時に契約料、工事負担金、電話機等の工事費、電話機買取り代金、保証金（3年後に返還）が必要である。そのほか、毎月の基本料金プラス毎回の通話料として6.5秒

につき10円必要である。詳細を表-2～表-4に示す。

3. 電話サービスについて

3.1 自由化された範囲

図-4に宅内電話と自動車電話の自由化された範囲の対比について図示する。宅内電話は、保安器

表-1 宅内電話機と自動車電話機の比較

項 目	宅 内 電 話 機	自 動 車 電 話 機	備 考
回 線 方 式	2 線 式	4 線 式	
ダ イ ヤ ル 形 式	パルスダイヤルまたは トーンダイヤル	直列2進化ダイヤル	
受 話 音 量 調 節	×	○	騒音対策
電源表示、圏外表示	×	○	
ダ イ ヤ ル 照 明	×	○	
ダイヤルロック	×	○	盗み掛けを防止するための機能
応 答 保 留	×	○	

表-2 新 設 時 の 費 用

種 別 費 用		買 い 取 り 方 式 (200形電話機使用)	リ ー ス 方 式 (100形電話機使用)
合 計 金 額		3 2 8, 5 0 0 円	2 8 0, 8 0 0 円
内 訳 金 額	契 約 料	8 0 0 円	8 0 0 円
	工 事 負 担 金	7 2, 0 0 0 円	7 2, 0 0 0 円
	工 事 費	6, 7 0 0 円	8, 0 0 0 円
	電 話 機 買 取 り 代 金	4 9, 0 0 0 円	—
	保 証 金 (預かり期間3年・無利息)	2 0 0, 0 0 0 円	2 0 0, 0 0 0 円

表-3 毎 月 の 基 本 料 金

種 別 料 金		買 い 取 り 方 式 (200形電話機使用)	リ ー ス 方 式 (100形電話機使用)
合 計 金 額		1 8, 6 0 0 円	2 0, 3 0 0 円
内 訳 金 額	回 線 使 用 料	1 8, 0 0 0 円	1 8, 0 0 0 円
	配 線 使 用 料	5 0 0 円	5 0 0 円
	応答保留ボタン使用料	1 0 0 円	1 0 0 円
	電 話 機 使 用 料	—	1, 7 0 0 円

表-4 通 話 料 金

料 金 種 別	ダイヤル通話 (10円でかけられる秒数)			
	昼 間		夜 間	深 夜
	午前 8 ~ 7	午後 7 ~ 9	午後 7 ~ 9	午後 9 ~ 6
	土曜日 日曜日 祝日	午前 6 ~ 8	午前 6 ~ 8	
160キロメートルまで	6.5秒	12秒	12秒	
160キロメートルを超えるもの	4.5秒	7.5秒	7.5秒	8.5秒

以降の屋内線と電話機が自由化された。自動車電話は、宅内電話に対応して、無線機以降の車内ケーブルと自動車電話機が自由化された。

3. 2 電話サービスの方向

3. 2. 1 電話機の従来の概念

電話機は、関連技術の制限や、利用者の暗黙の了解のもとに、従来と同じ使用形態を続け、次のような特徴がある。

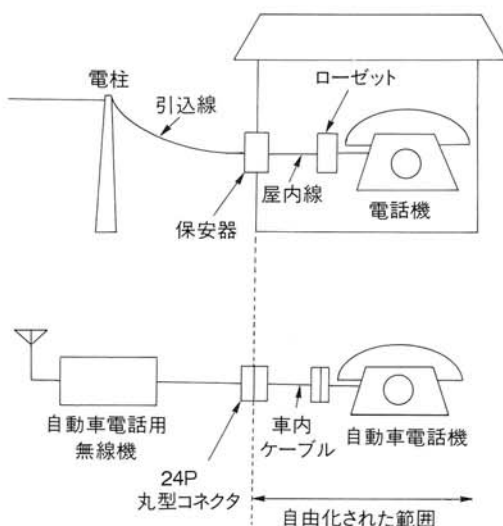


図-4 宅内電話と自動車電話の自由化された範囲

Fig. 4 Reorganized limits of home telephone and mobile telephone.

1) 空間的拘束

電話機についているコードの範囲内でしか移動できず、移動性がない。

2) 時間的拘束

電話機の発信者と受信者が同時に電話口にいる必要がある。

3) 個人的通信

1対1の通話形態であり、多人数での通話ができない。

4) 使用形態

送受信器を手で持ち上げることにより、発信、受信が可能となる。

3. 2. 2 電話機に求められる機能

1) 空間的拘束への対応

電話機に移動性を与えるサービスとして、交通機関への電話機の設置がある。これは、船舶、列車、自動車と発展し、最近では、高速バスや飛行機へも設置されている。本稿で述べている自動車電話は、電話機の空間的拘束を取り除く電話サービスとして、非常に有用である。

2) 時間的拘束への対応

人間対人間の通信では、発信する時刻は人間が決めなければならないが、モーニングコールや会議通知などのように、発信側（機械）→受信側（人間）の一方通信でよい時は、通知内容を機械に記憶し、発信時刻を機械に指定させられる。また、発信側（人間）→受信側（機械）の一方通信でよい時は、留守番電話で対応できる。

3) 個人的通信から複数人通信への対応

ハンズフリー電話機というマイクとスピーカを備えた電話機により、2地点間で、複数人対複数人の通話ができる。

4) 使用形態の多様化

電話機の基本的機能である通話機能は変わらないが、使いやすさを向上させるため、様々な機能が求められている。電話機の操作のしやすさとし

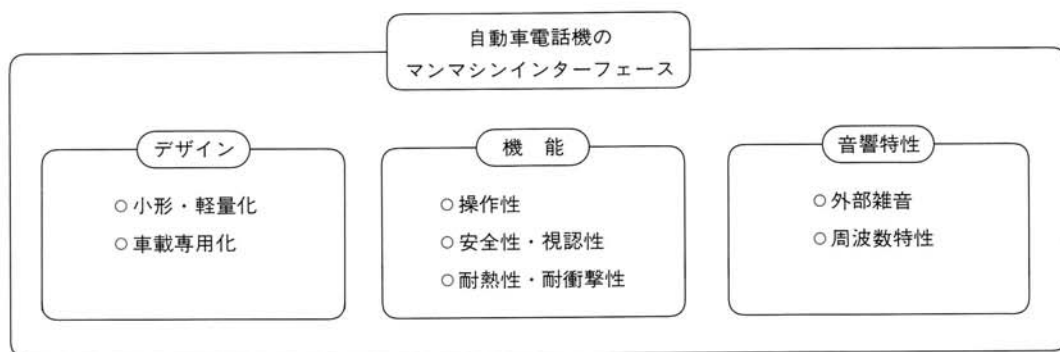


図-5 自動車電話機のマンマシンインターフェース

Fig. 5 Man-machine interface of mobile telephone.

て、発信の利便化、着信の利便化、通話中の利便化がある。

3. 3 自動車との関連

今日の情報化社会を背景に、移動を伴うビジネスや、移動中ビジネスチャンスを逃さないための、移動中でのビジネスの効率化の要求が高まっている。自動車電話は、時間と場所を超えて、いつでも、どこでも、誰とでも、通話したいというユーザーニーズに応える、電話サービスである。

4. 開発のねらい

自動車電話機は、電気通信システムと人間との接点に位置するため、取扱いの容易さ等マンマシンインターフェースの向上を第一のねらいとした。自動車電話機のマンマシンインターフェースを図-5に示す。

自動車電話機は車室内に設置して使用するため、過酷な環境条件のもとで、所要の機能を満たすこと、デザイン的に優れていること、また安全性を重視することが必要である。このような宅内電話機に対する自動車電話機特有の条件を考慮し、開発のねらいを以下の3点とした。

1) デザイン

車室内インテリアとの調和を考慮した色調、形状を採用した。

2) 機能

操作方法は、宅内電話機と同様とすることを基本とした。しかし、自動車電話機特有の条件として、車室内の限られた空間に設置されることを考え、操作性・安全性に対し考慮を払った。操作手順を簡易化し、安全性向上をはかる機能として、オンフック発信、スピーカ受話、ワンタッチダイヤル等を機能として盛り込んだ。

3) 音響特性

車室内の騒音レベルは、交通量、走行速度、車窓開閉等の条件により変化する。このため、車室内騒音下での通話品質を確保するため、受話音量調節機能をもうけた。

送話音、受話音、^{脚注3)}側音の周波数特性については、車室内の騒音により明瞭度が悪くならないよう留意した。

5. 装置の概要

自動車電話機の装置構成は、宅内電話機の構成を基本にしており、大別して、ダイヤル操作部と置台部に分かれている。

脚注 3) 側音

送話器→通話回路→受話器の経路で耳に達する音声



図-6 自動車電話用ハンドセットの外観

Fig. 6 Outer view of handset for mobile telephone.

5.1 装置の仕様

本装置の外観を図-6に、定格を表-5に、主要機能を表-6に示す。

5.2 装置の特長

1) 車室内へ自動車電話機を装着する時、その取付け、取扱いの制約により、操作スイッチ、表示

器をすべてダイヤル操作部に集めた。

2) 現在の装置の状態を確実に使用者に伝えるため、大型LCDを採用し、ダイヤル番号表示や各種状態表示を行った。さらに、LCD部、キー操作部にバック照明を行い、夜間の視認性・操作性の向上をはかった。

3) 人間の操作負担を少なくし、単純操作とするため、キー共有化によるキー数の削減をはかり、また、発信・終話に関する重要度の高いキーを、他のキーより大きくした。

4) 自動車電話機の保守性向上のため、車両ハーネスと自動車電話機を、自動車用コネクタで接続した。

表-5 自動車電話用ハンドセットの定格

No.	項目	仕様
1	定格電圧	DC+13.8V
2	使用電圧範囲	+10V～+16V
3	使用温度範囲	-20℃～65℃
4	保存温度範囲	-30℃～80℃
5	消費電流	300mA以下(0.5W出力時)
6	取付部位	車室内
7	寸法	65(W)×209(D)×79(H)mm
8	重量	580g
9	送話音レベル	-10 dBmで標準変調 (出力インピーダンス: 600Ω)
10	受話音レベル	標準変調で-15.5 dBm (入力インピーダンス: 600Ω)

6. 設計の要点

6.1 構成・動作

自動車電話機の構成を、大きくダイヤル操作部と置台部に分け、各々にマイクロプロセッサを搭載した。小形、高信頼性をねらい、1チップ・マイクロプロセッサを採用した。また、低消費電力

表-6 自動車電話用ハンドセットの主要機能

機 能	内 容	特 徴
ワンタッチダイヤル	メモリーした電話番号をワンタッチ（1操作）で発信する。（0～9まで10ケメモリー入力可能）	1操作で発信できるため運転中にも安全に操作できる。
短縮ダイヤル	メモリーした電話番号を短いダイヤル操作で発信する。（0～9まで10ケメモリー入力可能）	
オンフックダイヤル	受話器を持たずに発信する。	受話器を持たずに発信でき、相手が応答したことを確認した後、受話器をとり通話できる。
スピーカ受話	受話器を持たずに受話音を聞く。	
リダイヤル	最後にかけた相手に再発信できる。	
スクラッチパッドメモリー	通話中に、電話番号をメモリーできる。	番号案内等で、番号案内を聞きながら、電話番号がメモリーできる。
ダイヤル番号表示	入力した電話番号を表示する。	相手の電話番号を確認してから発信できる。
ダイヤルロック	ロックされると暗証番号を入力しないと発信できない。	

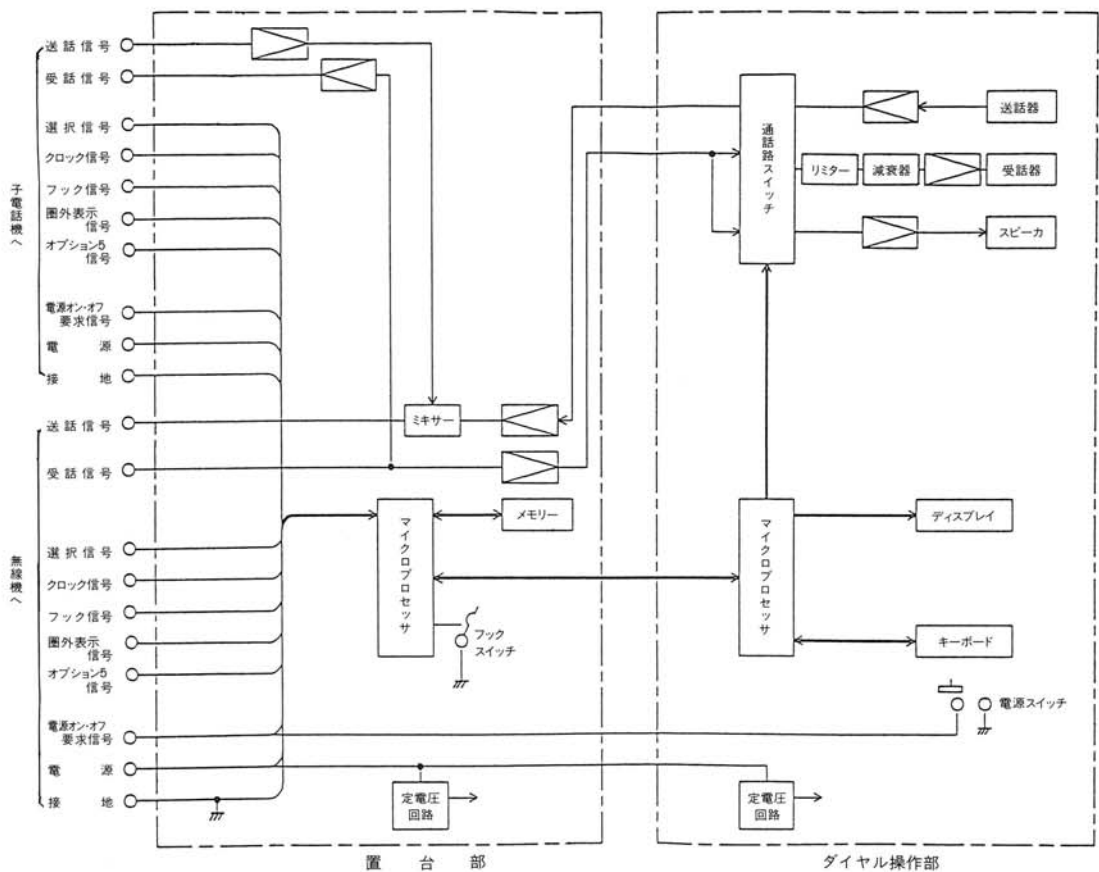


図-7 自動車電話用ハンドセットのブロックダイアグラム

Fig. 7 Block diagram of handset for mobile telephone.

表-7 ダイアル操作部と置台部の機能分担

ダイアル操作部		置 台 部	
1	キー入力	1	無線機とのインターフェース
2	LCD表示	2	短縮ダイヤル内容の記憶
3	キー入力確認音出力	3	ダイヤル操作部とのシリアルデータ入出力
4	置台部とのシリアルデータ入出力	4	送話音周波数特性形成
5	送話音と受話音のミュート	5	受話音周波数特性形成
6	受話器とスピーカの音声切換	6	側音形成

で発熱を抑えると共に、使用温度範囲を広く、ノイズマージンを大きくするため、CMOS・ICを使用した。

図-7にブロックダイアグラムを、表-7にダイヤル操作部と置台部の機能分担を、また、構成の特徴を表-8に示す。

6.2 デザイン

図-8にダイヤル操作部と置台部の外観図を示す。

6.2.1 小形・軽量化

プリント基板の高密度実装による小形化、内部構造の単純化、内部スペースの有効利用、部品の材質・肉厚等の見直しを行った。

6.2.2 車載専用化

自動車電話機を宅内電話機と比較すると、設置場所の固定化、設置部の形状による制約等の車載用としての特殊条件があり、搭載される車両とのマッチングが重要である。また、自動車電話機の設置場所は、乗員の着座に影響を与えず、衝突な

どの際においても、乗員に危害を加えないようにする必要があり、後席ではアームレスト内とした。デザイン面については、色・形・質感・重さ等について、車室内構成部品の1つとして、機能面との融合を考慮し、車両にジャストフィットするデザインとした。

6.3 機能

6.3.1 操作性

車載用として、小形・軽量化をはかりながら操作性を向上させるため、次の3点に留意した。

- 1) リリースボタンの大形化と操作力の軽減をはかった。
- 2) キーパネルと表示部をダイヤル操作部の背面に設け、オンフック状態で使用できる構造とした。
- 3) 使用頻度の少ない釦・ツマミは誤操作防止のためケースからの突出量を少なくした。

6.3.2 安全性・視認性

表-8 構成の特徴

項 目	内 容
親 子 電 話	親子電話として使える、拡張性をもった構成とした。子電話機を接続した時、送話信号と受話信号が減衰しないよう、増幅器を入れた。
ウォッチドッグタイマ	置台部にウォッチドッグタイマ回路を付加し、プログラムの暴走を防いだ。
不揮発性メモリー	不揮発性メモリーのE ² PROMを使用し、短縮ダイヤルの記憶を行った。
過大音響衝撃の発生防止	受話器に過大音響衝撃が加わらないよう、通話路スイッチと受話器の間にリミッタを備えた。

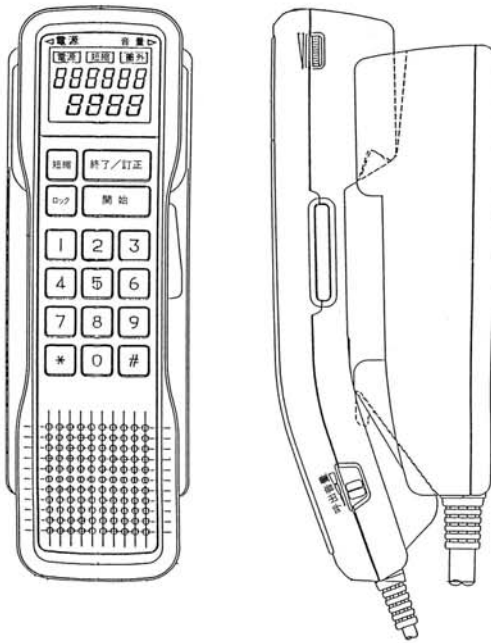


図-8 ダイヤル操作部と置台部の外観図

Fig. 8 Outer view of dial control and cradle.

車室内での操作を、安全かつスピーディに行うため、次のようにした。

- 1) 大形LCDを採用し、表示内容の視認性を高めた。さらに、ダイヤル番号を認識しやすくするため、6桁プラス4桁の2段表示とした。また、表示部文字数10桁に対し、メモリー文字数16桁を表示する方法として、上位桁表示後、下位桁を表示するようにした。
- 2) 1操作で発信できるワンタッチダイヤルにより、運転中でも安全に操作できるようにした。
- 3) キーパネル・LCD部を照明することにより、夜間の視認性・操作性を向上させた。
- 4) 外観上シャープエッジ、突起をなくし、安全性を向上させた。

6.3.3 耐熱性・耐衝撃性

自動車電話機はカーステレオと比較して、手に持って操作する、直射日光が当たりやすい等、使用環境が厳しく、特に熱・衝撃対策が要求される。

表-9 ケースの成形材料比較

	ABS2 (三菱レイヨン DIA3302)	ノバメイト 8525A
熱変形温度 (4.6kg/cm ²)	107 (°C)	130 (°C)
アイゾット衝撃強度 (ASTMD256, 厚み1/4")	10 (kg·cm/cm)	60 (kg·cm/cm)

今回、ケースの成形材料にエンジニアリング・プラスチック(三菱化成製ノバメイト8525A)を使用し、耐熱性・耐衝撃性さらに、耐候性・老化特性等の向上をはかった。表-9に通常のカーステレオの前面パネル成形材料との比較を示す。また、振動衝撃に対し、フックはずれをおこさない、フック構造とした。

6.4 音響特性

車両雑音により明瞭度が劣化しないよう、実車評価により受話音量レベルや周波数特性を定めた。さらに、レベル変動の大きい走行時雑音による劣化を補償するため、自動車電話機へ受話音量調節機能を備えた。

6.4.1 外部雑音

通話の妨害要因となる雑音は、主として車両雑音、走行時雑音がある。これら雑音は、以下に示す経路で受話系に混入し、明瞭度を低下させる。

- 1) 中継系で生じる回線雑音や、無線系より混入する都市雑音
- 2) 送話器→通話回路→受話器の経路で耳に達する側音雑音
- 3) 耳と受話器の隙間から漏入する漏入雑音
- 4) 受話器を当てていない側の耳から入る室内雑音

また、中継系の伝送損失の変動による受話音の低下もあり、これらを含め明瞭度の確保のため、受話音量調節機能は欠かせない。

6.4.2 周波数特性

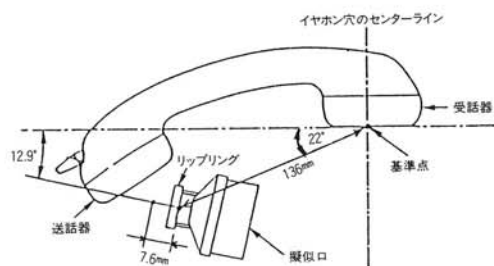


図-9 擬似口の設定位置

Fig. 9 Location of simulative mouth.

送話出力レベルや受話入力レベルの規格は、実車評価により定めた。

周波数特性については、電話音声帯域 0.3 ~ 3 kHz 以外を減衰させた周波数特性とした。

以下に周波数特性について述べる。

1) 送話音

基準音声レベルとして送話者の唇の前方 1 m の距離における音圧レベルが 62 dB SPL (基準音圧 2×10^{-5} Pa に対する比を dB 値で表現したもの) となるレベルを用い、送話レベルを定めた。図-9 に擬似口の設定位置を、図-10 に送話音の測定ブロックダイアグラムを示す。

周波数特性については、走行時の雑音により、明瞭度が悪くならないよう、低域を下げ、高域を上げた周波数特性とし、硬めで歯切れのよい音質

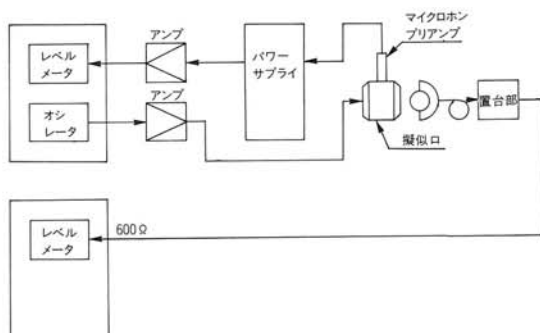


図-10 送話音の測定ブロックダイアグラム

Fig. 10 Block diagram of transmit audio measurement.

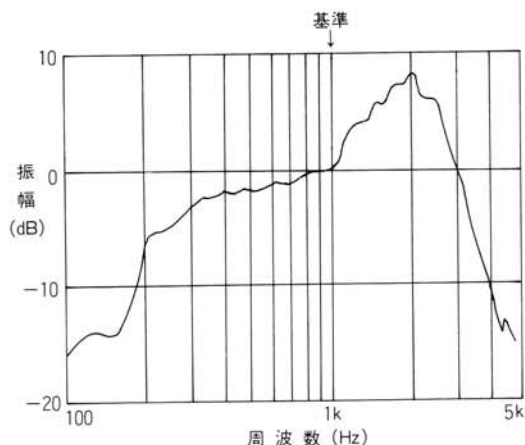


図-11 送話音の周波数特性

Fig. 11 Frequency characteristics of transmit audio.

とした。図-11 に送話音の周波数特性を示す。

2) 受話音

装置入力より標準レベルの信号を入力し、受話レベルを定めた。図-12 に受話音の測定ブロックダイアグラムを示す。

周波数特性については、相手側電話機の送話音特性を再現するよう、本装置の受話音特性を電話音声帯域 0.3 ~ 3 kHz で、ほぼ平坦な周波数特性とした。図-13 に受話音の周波数特性を示す。

3) 側音

話者レベルを 97 dB SPL とし、受話器に発生する側音レベルを測定した。図-14 に側音の測定ブロックダイアグラムを示す。

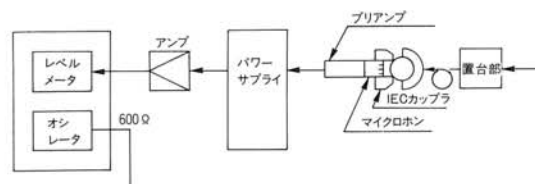


図-12 受話音の測定ブロックダイアグラム

Fig. 12 Block diagram of receive audio measurement.

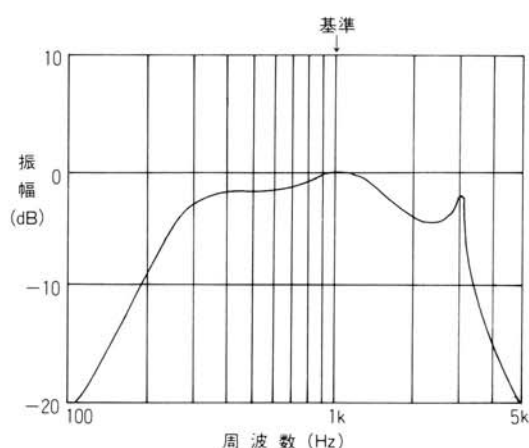


図-13 受話音の周波数特性

Fig. 13 Frequency characteristics of receive audio.

側音レベルについては、上げ過ぎても、下げ過ぎても不自然になる。このため、違和感のない側音レベルに設定した。

7. あとがき

以上、マンマシンインターフェースに主眼をおいて開発した、自動車電話用ハンドセットの特長及び設計の要点について述べた。マンマシンインターフェース向上の1方法として、ダイヤル操作をなくす音声ダイヤルが考えられる。また、他の車載機器（例えばファクシミリ）と操作キーを共用し、データエントリー端末化してゆくことも考えられる。

今後、大容量移動通信方式への移行や新電電等

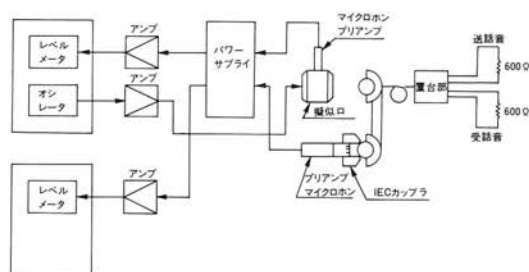


図-14 側音の測定ブロックダイアグラム

Fig. 14 Block diagram of sidetone audio measurement.

各社の自動車電話サービスの参入により、自動車電話用ハンドセットの需要増大が見込まれる。これらに対応するとともに、更にマンマシンインターフェースの向上をはかった自動車電話用ハンドセットの開発を行っていく所存である。

最後に、本装置の開発にあたり、ご協力、ご指導を賜った関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 桑原守二監修：自動車電話、電子通信学会 (1985)
- 2) 松田亮一ほか：電話&サービス、オーム社 (1987)
- 3) (財)電気通信端末機器審査協会：解説・端末機器/工事担任者法令早わかり、オーム社 (1985)
- 4) 郵政省通信政策局：電気通信時報 昭和62年5月、(財)電気通信振興会 (1987)