

トヨタ自動車向け北米'89モデルオーディオ

TOYOTA MOTOR '89 Model Audio Destined for North America

緒方 俊彦⁽¹⁾ 黒崎 哲也⁽²⁾ 丸尾 隆英⁽³⁾
Toshihiko Ogata Tetsuya Kurosaki Takahide Maruo

立花 健司⁽⁴⁾ 上 窪 正 喜⁽⁵⁾
Kenji Tachibana Masaki Kamikubo

要 旨

車が日常生活で不可欠な位置を占める中で、カーオーディオも人間の生活の場で重要な要素となってきた。それに伴い、ユーザニーズを先取りし、人間工学的見地に立ったデザイン、操作性、機能、性能などの改善を図り、ユーザニーズに十分対応していかなければならない。

今回、トヨタ自動車株式会社と共同で上記視点に立った'89モデル対応のオーディオを開発した。この開発に対する対応技術を中心に紹介する。

また、このオーディオは'88年秋より本稼動したTMM (TOYOTA MOTOR MANUFACTURING, USA, INC) への納入製品であり、当社としても新規稼動した米国工場において生産する形態をとっており、これらの設計対応についても紹介する。

Now that automobiles have become indispensable for everyday life, car audio is taking an important part in various aspects of peoples' lives. Under the circumstances, car audio manufacturers must quickly respond to user needs by improving design, functions, and performance with consideration to human engineering.

Jointly with TOYOTA MOTOR CORPORATION (TMC), we have developed '89 Model Audio Destined for North America to meet such demand. This paper focuses on the technology we have implemented in this model.

This audio will be delivered to TOYOTA MOTOR MANUFACTURING, U.S.A., INC. (TMM) which started full-scale operation in the fall of 1988. In addition, its manufacturing is at our U.S. plant which has just begun operation. The paper also discusses our design activities conducted in this environment.

(1)~(5) 第一オーディオ本部第一技術部

1. はじめに

めまぐるしく発達を続ける技術革新と、ますます多様化するユーザーニーズに対応するため、ほとんどの車両にとってモデルチェンジは必要不可欠なものになっている。それは、車両構成部品として重要な位置を占めるオーディオ・システムも例外ではない。本来モデルチェンジとは、ユーザの満足度をより高めるために、製品の機能を改善改良することであり、単純に姿形を変えることではない。もちろん、車両のスタイルを変えることが、ユーザに対して最も強烈なインパクトを与える要素の一つであることは論ずるまでもない。しかし、車両がスタイルを変える際、どこかにその車らしさ、すなわち「アイデンティティ」を持ち続けており、ユーザにとっては新旧モデルの流れを認知し易く、その結果旧モデルで培った信頼感や期待感を新モデルに重ね合わせることが容易であった。ところが、オーディオの場合、その意匠は他のインテリア部品との調和に主眼を置き、モデルチェンジのたびに大変身を遂げ、旧モデルとの関連性に欠ける面があった。そこで今回の新シリーズ開発に当り、意匠決定要素を多面的視野から分析し、今後のトヨタオーディオとしてのアイデンティティ確立の第一歩とした。さらに、機能、性能面においても、先代モデルで導入した人間工学的機能性の追求と車室内音響特性重視の音作りも北米市場の熾烈な競争に打ち勝つため、より一層押し進める必要があった。

また、本シリーズの一部機種は、'88年秋より本格稼動を開始したTMM (TOYOTA MOTOR MANUFACTURING, U.S.A., INC.) への納入のため、当社の米国関係会社 FTCA (FUJITSU TEN CORP. OF AMERICA) にてSKD (Semi-Knock Down) 生産を行っており、現在 CKD (Complete-Knock Down) 生産に向けて対応を

はかりつつある。

以下、今回開発したトヨタ自動車向け北米用'89モデルオーディオの開発のねらいとその成果について報告する。

2. 開発のねらい

当社は、1985年夏に発売したトヨタライブサウンドシステムにより、自動車メーカーと共同で、車両企画時から音作りに参画し、車と一体同時設計を行った車室内の音作りを提案し、市場で好評を得ている。

これに続き1988年夏より北米市場を中心に製造・販売を開始したトヨタ自動車向け'89モデルオーディオシステムは、ベースグレードのAM/FM 2スピーカー電子同調ラジオから、プレミアムグレードのAM/FM 電子同調ラジオ付フルロジックコントロールカセットステレオ+CDプレーヤーに至るまでの全機種に対し、

- ① 人間工学的見地から、操作性・視認性向上の徹底的な追求。
- ② 車と一体同時設計する音作りの流れを踏襲し、北米市場ニーズを徹底的に分析した音作り。
- ③ 時代のニーズとも言える海外生産を行うことを前提とした製品設計。

以上三点を基本的なねらいとした。これらを実現するための設計手段と成果について、トヨタ自動車向け'89モデルオーディオシステムの中で新機能として盗難防止（オーディオセキュリティシステム）を採用した2 DINサイズのAM/FM 電子同調ラジオ付フルロジックコントロールカセットステレオを例にとって詳述する。

3. トヨタルックオーディオ

トヨタ純正オーディオとして

- ① 操作性を向上した前面レイアウト。
- ② 車載用として最適な操作フィーリング。

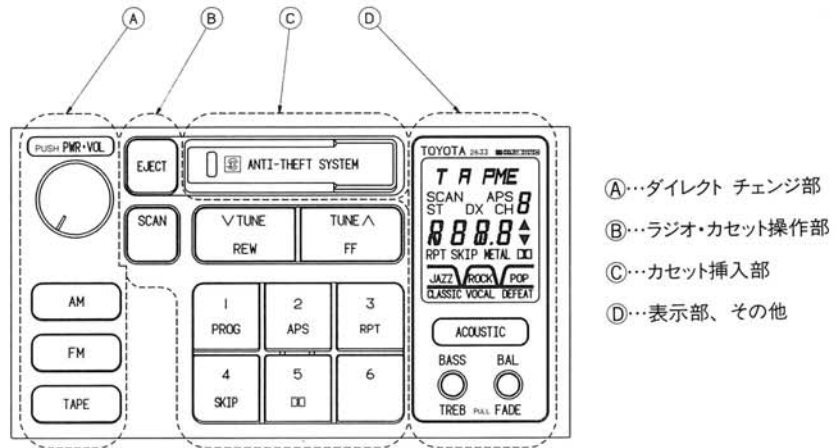


図-1 前面レイアウト

Fig. 1 Front layout.

③ 夜間の操作性、視認性を考慮した機能別照明を満足し、かつヘッドユニットのラインアップとして統一感のある意匠をもったオーディオシステムをトヨタフルクオーディオと称し、今後の指標とする。

本章では、これらの項目について述べる。

3.1 前面レイアウト

本機は4ヶ所に機能を分けており、その前面レイアウトを図-1に示す。

そのうち、A部のダイレクトチェンジとは、操作を単純化するために、カセットおよびラジオのモードの切換え、およびON・OFFを直接的に行う部分である。

例えば、カセットモードからラジオモードに切換える場合、従来では、テープEJECTする必要があったが、本機では、AM釦またはFM釦を押すだけでよい。また、パワースイッチはモードに関係なく、ON・OFFを行うことができる。

従って、使用頻度の高いダイレクト操作部を左側（左ハンドル車の運転席側）に設けた。

さらに、従来の同型機種と比べ、前面の全表面積（180/mm×100/mm）に対し、

①操作部面積の割合は、約23%→34%

②表示部面積の割合は、約8%→10%

にそれぞれ拡大し、操作性・視認性の向上を図った。

3.2 操作フィーリング

車載用を考慮し、最適な操作フィーリングとするため、トヨタ自動車（株）人間工学実験課、との共同開発により、釦の操作特性を、図-2に示す通り従来機種と比べ、よりストローク感のあるものに設定した。

操作フィーリングのうち

操作力は、 F_1 および F_2/F_1 （クリック率）

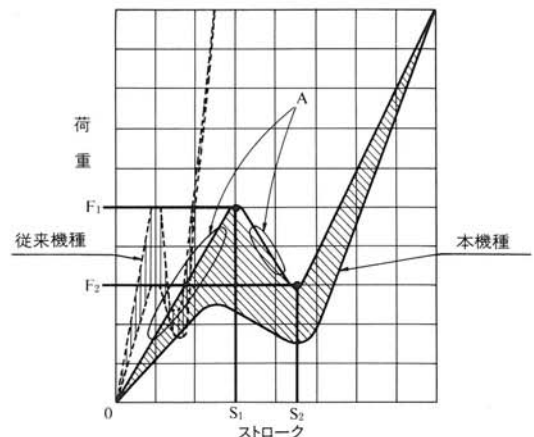


図-2 釦の操作特性

Fig. 2 Button operation characteristics.

ストロークは、 S_1 および S_2/S_1 （ストローク比）なめらかさは、A部の波形のみだれによって、それぞれ決定される。

3.3 機能別照明

夜間の照明は前述のレイアウトと関連し、ブロックごとの機能別照明とした。（図-3）

また、EJECT鉤は動作モードに関係なく、カセット装填時には照明される。

さらに、全ての照明部位は車両レオスタットコントローラ（光量調節器）により、メータ・ヒータコントロールパネル等と連動し、輝度がコントロールされる。

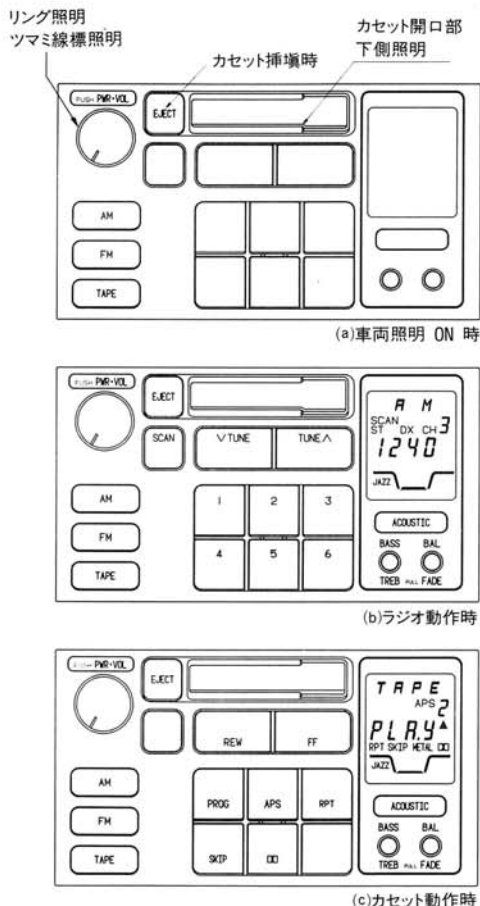


図-3 機能別照明

Fig. 3 Illumination for each function.

従って、夜間の操作性をそこなくことなく米国安全基準（MVSS）を満たしている。

4. よい音の追求

4.1 北米市場ニーズの追求

近年、車載用オーディオシステムの車両全体評価に占めるウエイトが増加しており、従来通りの「音作り」からユーザーニーズの変化に合わせた先進性のある「音作り」が必要となってきた。当社では、それに先がけ米国関係会社（FTCA）にテクニカルセンターを併設するなどして北米市場における音のニーズ調査、音の市場開拓を行っているが、ここでは、①北米で好まれる音質、②'89モデルオーディオシステムにおけるその実現手法について述べる。

4.1.1 北米で好まれる音質

音の好みは、その対象が人の感性であるがゆえに人それぞれ千差万別である。大きくは風俗、気候、風土、宗教に依存し、その中で性、職業、性格といった個人的な要因でさらに細分される。また流行に代表される時間的嗜好の変化も見逃せない。北米市場においても同様で、数年前までは、比較的ブーミーなゆったりと量感のある低域が好まれていた。しかし近年この低域は、排除方向へと移行している。当社の調査結果では、「明るく切れのよい高域、張りのある中域、そしてよく締まったパンチのある低域をミックスしたバランスのとれた音質」が現在北米市場において、最も好まれる。当社では、TMS (TOYOTA MOTOR SALES, USA, INC.)、TMM、TMCの協力をえて、この音質調査結果をもとに、トヨタ自動車向け'89モデルオーディオシステムの「音作り」を行った。

4.1.2 '89モデルオーディオシステムにおける実現手法

先述のいわゆる「北米サウンド」を実現するため大きく次の3点を新しく見直している。

- ① スピーカユニットの開発
 - ② ヘッドユニットの改良
 - ③ 各車両車室内特性に合わせたセットイコライジングの最適チューニング
- ここでは簡単にこの内容を紹介する。

1) スピーカユニットの開発

スピーカユニットは、システムの音質を決定する上で最もウェイトの大きなパーツであり、周波数特性だけでは表現することのできない“質感”を左右する重要な部分でもある。本システムでは「よく締ったパンチのある低域と張りのある中域」を実現するため、振動系の軽量化、剛性化をねらっている。また「明るく切れのよい高域」を実現するために、マイカ粒子を混入した振動板や新開発樹脂によるセミハードドームツイータ、高域レスポンスを向上させる銅キャップ等を使用している。特にこの銅キャップは、高域のインピーダンスの上昇を抑えて高域の音圧レベルアップをもたらすだけでなく、スピーカ内部ポール表面に発生するうず電流歪を抑えて中高域の歪を10数dB以上も改善するという大きな効果をもたらしている。(図-4)

2) ヘッドユニットの改良

カセットデッキにおいては、溝切りヘッドの採

用により低域コンター^{脚注}効果をおさえ低域のあばれを軽減している。

F Mチューナにおいては、高域の再生周波数特性を、従来の10 kHz, -7 dBから10 kHz, -1.5 dB (400 Hz基準)と向上し、一方で走行時の受信性能向上対策とを合わせて、従来からラジオにとって大きな課題であったF M受信性能向上と音質向上の両立を実現させている。

3) セットイコライジングのチューニング

個々の車両の形状、内装材の種類、スピーカの取付位置・角度等によって車室内音響特性は、異なっている。そこで“北米サウンド”を実現するために、スピーカユニットの能力を最大限に発揮させ、個々の車両に最も適したフィックスドイコライザ特性のチューニングを行う。加えてラウドネス回路で、この決められた音色を小音量から大音量まで維持できるように補正している。

4. 2 無歪最大音圧の確保

1) 歪抑圧回路の必要性

従来からオーオーディオにとって身近で、かつ重要な問題であった「音ワレ」を解決するため、新しく歪抑圧回路(DSC, Distortion Suppression Circuit)を開発した。

カーオーディオシステムにとって、「広帯域」「大出力」といったホームオーディオ並の音質要求を車特有の諸条件のもとで実現していくことが大きな課題であるが、その中で限られた車両電源電圧のもとで音ワレを防ぎ大出力を得るには、①DC-DCコンバータを用いて電源電圧を昇圧する。②ローインピーダンスのスピーカユニットを騒動して音響出力を上げる。以上2つの方法しかない。だが、①は、昇圧用の電源部が高価で大きなスペースを必要とすること。②は、ローインピ

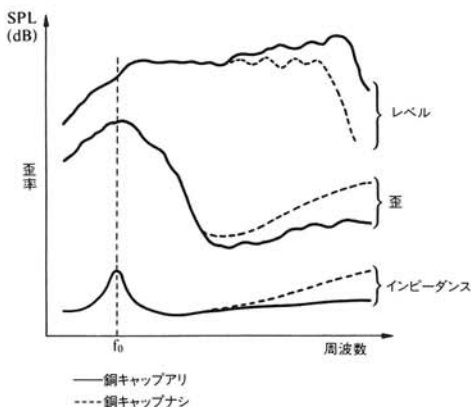


図-4 銅キャップの効果
Fig. 4 Coppercap effects.

脚注 コンター効果：ヘッド形状に依存する低域周波数(100 Hz以下)における再生周波数のうねり。

ーダンスを駆動出来得るパワー I C やスピーカコード等ワイヤハーネスでの電力損失の問題から汎用機種としては有効手段とは言えない。D S C は実質的にアンプ出力を上げずにピーク出力を抑圧し、その分安心して平均出力レベルを上げることに着目し、開発を行った。

2) 動作原理

D S C は、その機能から

①整流・論理回路部

②補正演算回路部

③VCA (Voltage Control Amplifier) 部

の3つに大別される。オーディオ段の等価回路図(図-5)を用いてその動作を解説する。

①整流・論理回路部は、パワーアンプの出力電圧を整流・平滑して直流電圧に変換する回路である。各チャンネルの出力電圧 e_0 は、 $C_1 \cdot R_1$ からなる時定数回路を経てフロント・リア各々の左右チャンネルどうしが加算された後整流される。その

後、 $C_2 \cdot R_2$ からなる時定数回路によって平滑された後、フロント・リアの電圧が加算されて「音ワレ」情報 e_1 を得る。本来ならば全チャンネルの信号を整流後加算すべきであるが、一般のユーザ使用状態において、バランスコントロールを左右どちらか一方に絞り切るとは極く希であるため、本回路ではフェーダコントロールによる前後バランスの可変追従のみにとどめ、部品削減を図っている。また、D S C の過渡応答特性を決定する2つの時定数であるアタックタイム τ_1 ・リリースタイム τ_2 は、各々のジャンルの数種のソースを用いて聴感評価により決定した。

②補正演算回路部は、V C A に加える制御電圧を作り出している。パワーアンプから取り出し得る無歪最大出力電圧は、供給される電源電圧に依存するため、電源電圧検出回路の情報により「音ワレ」情報 e_1 を Q_1 にて演算補正をしている。この補正後の電圧 e_2 は、本来音量ボリューム VR_1 から V C A の外部ゲイン制御端子 $\textcircled{C}$ へ入力される

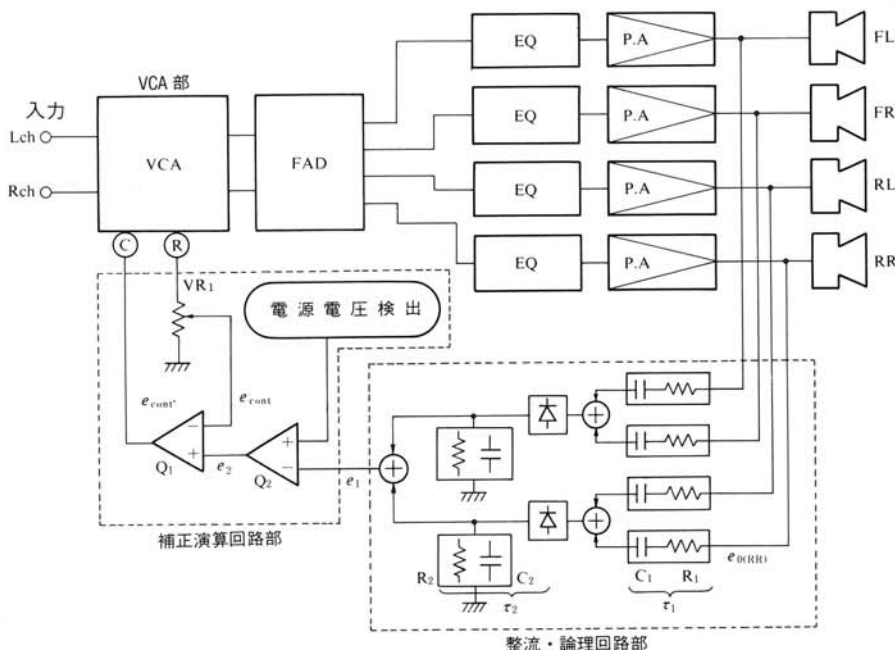


図-5 DSC等価回路ブロック図

Fig. 5 DSC equivalent circuit block diagram.

べき e_{cont} と Q_2 により演算され、 e_{cont}' として③端子へ入力される。

③VCA部は、文字通り直流電圧によってそのアンプゲインを制御する回路であり、DSCの中核となる部分である。本セットでは、音量可変素子（いわゆるボリュームコントロール）としてDSCフィードバックループ内で併用しており、帰還電圧 e_{cont}' によってそのゲインをコントロールしている。すなわち、アンプ出力が無歪の際には「音ワレ」情報 e_2 が零であるため音量ボリュームからの $e_{cont}' = e_{cont}$ となりゲイン抑圧は行わないが、アンプ出力が歪んだ際には、「音ワレ」情報 e_2 によって $e_{cont}' = e_{cont} - e_2$ と補正されその越えたアンプ出力電圧値に相当する分のVCAゲイン制御電圧を低下させ歪を抑圧し、音ワレ感を減少させている。

以上が今回新しく開発したDSCの動作概要である。そのDSCの出力変化特性を図-6に示す。

3) 効 果

新開発のDSC回路と20W×4chのハイパワーアンプの合体により、比較的録音レベルの高いテープやトーンコントロール最大時にも「音ワレ・にがり」を排除し、歪のないクリアな音質を提供している。

5. 盗 難 防 止

自動車は、我々の日常生活にとって身近な交通手段であると同時に、高価な財産の一つである。自動車は、長時間路上に放置されることが多く、泥棒の標的となりやすい。

現在、日本国内では、年間約4万台の自動車盗難（車上荒しを含むと約16万台）の報告があるが、現状ではさほど大きな問題となっていない。

一方、米国では、事情が大きく異っている。FBIとNATB (National Automobile Theft Bureau) の報告によると、日本をはるかに上回る年間110万台の盗難が発生し、その被害額は50億ドル（1兆円）以上になると言われている。

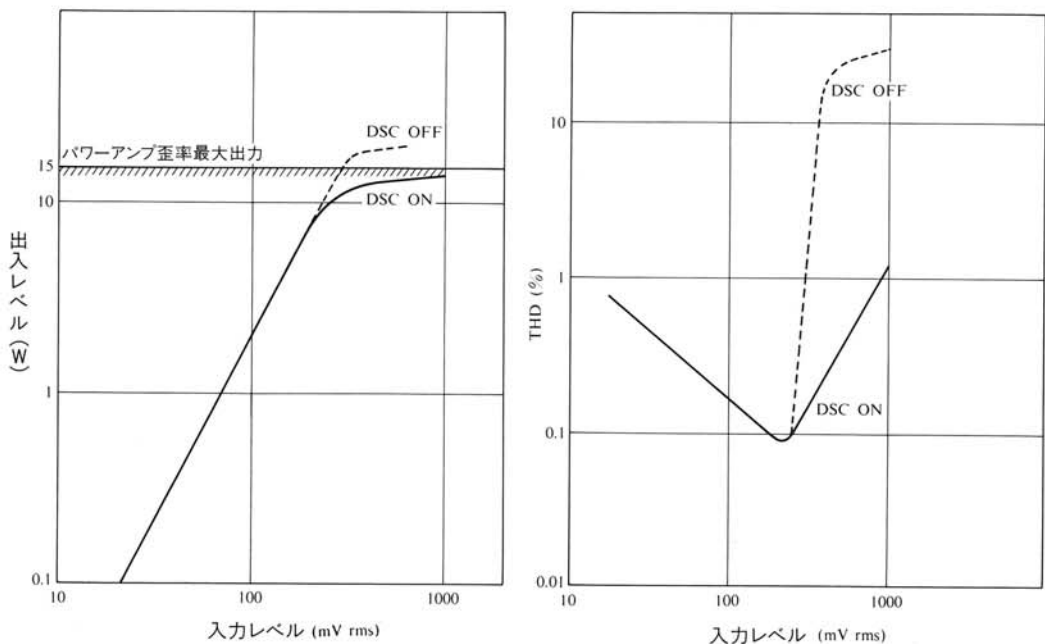


図-6 DSCの出力特性・歪率特性の比較

Fig. 6 Comparison of DSC output and distortion characteristics.

また、その手口も巧妙で、多種にわたっており、今や大きな社会問題となっている。当社では、オーディオセキュリティシステムをトヨタ自動車と共同で、開発し'89モデルオーディオの高級機種に搭載した。ここでは、米国の盗難状況とオーディオセキュリティシステムについて概要紹介を行う。

5. 1 米国での自動車盗難状況

米国での自動車盗難状況は、1980年には盗難総数として110万台に達しており、登録車145台に1台の割合で発生している。これは1976年に比べると16%増加している。

米国の地域別、10万人当りの自動車盗難の発生率は大都市ほどその率が高く、ボストンでは、10万人当り3,185件、ロサンゼルスでは1,555件発生している。

車種別盗難車の発生件数を表-1に示す。

上位10車種の中に、日本車が6車種も入っていることは非常に興味深い。これは、日本製自動車の人気の高さとも受けとれる。また回収された自動車から盗まれた理由には次の2つが考えられる。

- ① 金銭、物品を得る利益目的。(車両、パーツを再販する。)
- ② 交通・運搬の手段として使う。

全米では、約70%程度の車両が回収されるが回収車の%はパーツの一部が剥ぎ取られている。最もよく盗まれるものは、オーディオ、アルミホイ

表-1 ロサンゼルスの盗難車上位10車種

メーカ	車種	年式	盗難件数(台)
1. フォルクスワーゲン	バグ	1966-75	1,624
2. トヨタ	セリカ	1976-85	1,466
3. トヨタ	カローラ	1976-85	965
4. フォード	ムスタング	1966-75	944
5. ダットサン	210	1976-85	915
6. トヨタ	カローラ	1965-75	821
7. トヨタ	カロナ	1966-75	811
8. シボレー	カマロ	1976-85	768
9. フォルクスワーゲン	バグ	1956-65	731
10. マツダ	R X 7	1976-85	673

1985年カリフォルニア・ハイウェイパトロール集計による。

ール、窓ガラス、シート、タイヤなどである。

5. 2 オーディオセキュリティシステム

カーオーディオ用セキュリティとして現在市販されているシステムは大きく3通りに分類できる。表-2はその3通りの方式について概要と問題点を示す。本機は、車両側の変更なしにラジオのみで処理できるコード入力方式を採用している。

コード入力方式には、ユーザがコードを任意に設定できる可変コード方式と、メーカー側で各ラジオ毎にコードを固定する固定コード方式があるが、前者を採用した。

基本仕様として下記のようにになっている。

- ①車両がユーザに渡る時点では、セキュリティ

表-2 オーディオセキュリティの方式

方 式	概 要	問 題 点
本体脱着方式	本体を取り外して隠しまたは、持ち帰ることによる盗難防止。	・構造変更(車両・本体) ・車種展開が困難
警 報 方 式	ラジオのコネクタを外すと、ホーン等で外部に警報する。	・車両セキュリティが作動していない時は有効 ・バッテリーを外されれば無力化
コード入力方式	メーカーまたはユーザが決めたコードを入力しないとラジオが動作不能となる。	・コード管理またはコード忘れに対する考慮必要

ーモードは解除状態。(通常のラジオとして動作)

- ②ユーザがある操作により、セキュリティモードに設定。(ユーザコードを入力する。)
- ③ユーザコード入力後は、ラジオが盗まれて、ラジオの電源が切断されないかぎり通常のラジオとして動作する。
- ④一度ラジオの電源が切断されると、以後は再度コード(セキュリティーNo.)入力するまで作動不能となる。

⑤コード入力を伴う特殊操作により、ユーザコード変更も可能。

⑥ユーザが自分のコードを忘れてしまった場合でも、ディーラへ持ち込めば、コード入力を伴う特殊操作によりセキュリティモードは解除可能。

このように本機には、オーディオセキュリティシステムを搭載しているわけであるがこのシステムの性格上、その詳細については、内容を割愛する。

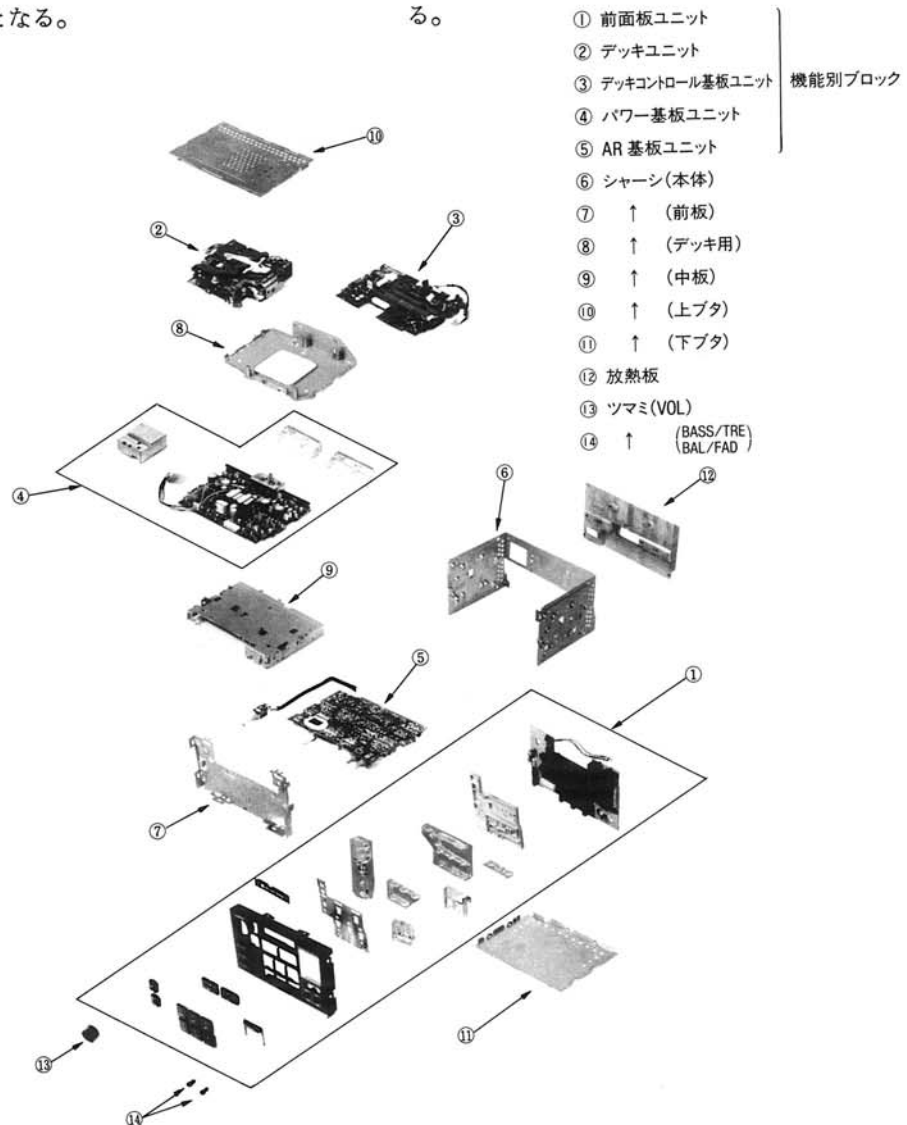


図-7 構造概要

Fig. 7 An example of a structure.

6. 基本構造

6.1 概要

本シリーズの構造設計は、V E / V A の追求と、特徴の一つである S K D 生産方式（海外工場生産の手段）への対応が必須課題であり、下記項目を設計の基本条件とし、具体的構造設計を行った。基本性能の追求、S K D 生産方式への対応のため

- ① 性能の安定
- ② 機能別性能の保障
- ③ 最終工程での無調整化

⇒ 機能別ユニット構造

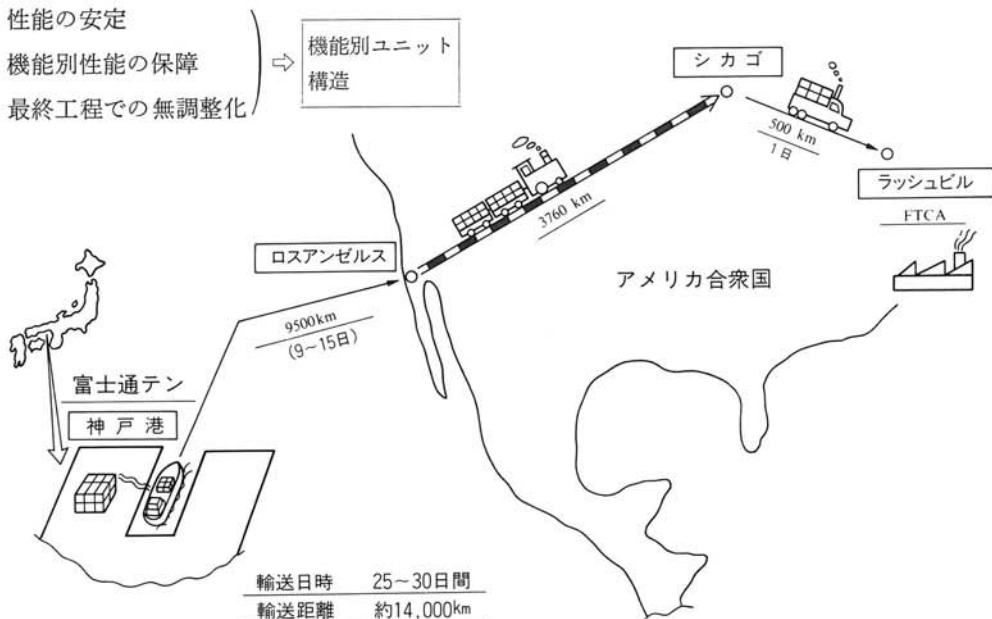
- ④ 部品コストの低減（ファミリー化、一体化）

- ⑤ 加工コストの低減

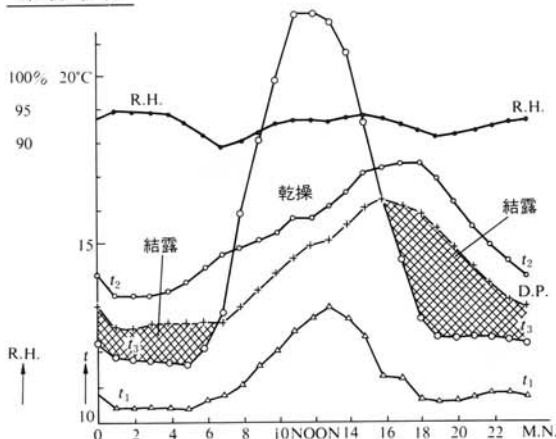
以上①～⑤により、機能別ユニット構造および各ユニットを積み重ねる構造を基本思想とした。

6.2 具体的構造力

具体的構造例として、2 D I N 一体機を図-7に示す。



環境条件



t_1 : 外気温度
 t_2 : コンテナ内気温度
 t_3 : コンテナ天井温度
 D.P. : コンテナ内気の露点温度
 R.H. : コンテナ内気の相対湿度

● コンテナ内温度が80%程度であっても天井下の結露が発生する。

甲板上に積載したコンテナの内気、天井等の温度の日変化

図-8 物流ルート及び環境条件

Fig. 8 Physical distribution route and environmental conditions.



AM/FM 2スピーカー電子同調ラジオ



AM/FM 4スピーカー電子同調ラジオ



AM/FM 4アンプ内蔵電子同調ラジオ付フルロジックコントロールカセットステレオ



AM/FM 4アンプ内蔵電子同調ラジオ付フルロジックコントロールカセットステレオ (2DIN)



AM/FM FIXIコライザ付アコースティック対応4アンプ内蔵電子同調ラジオ付フルロジックコントロールカセットステレオ (2DIN)



AM/FM 電子同調ラジオ付フルロジックコントロールカセットステレオ+CDプレーヤ

図-9 '89モデルオーディオの製品群

Fig. 9 '89 Model Audio product line-up.

表-3 システム諸元 (一体機)

最大出力	20W以上×4
最大消費電流	10A以上
適合アンテナ	80 p F ± 10 p F
暗電流	5mA以下
基準電源電圧	DC13.2V
適合負荷インピーダンス	4Ω

A	周波数範囲	530~1620 kHz
	最大感度	30 dB以下
	電氣的忠実度	100 Hz: 0±3 dB 4 kHz: -13 ± ₆ ⁺³ dB
	中間周波数	450 kHz
M	自動同調動作感度	D: 30±5 dB DL: (DX)+20±5 dB
	周波数セパレーション	10 kHz
	ステレオ感度	30 dB以下
	周波数範囲	87.9~107.9 MHz
F	実用感度	10±6 dB
	電氣的忠実度	100 Hz: 0±3 dB 10 kHz: 0±3dB (プリエンファシス ON)
	C/N 比	-18±5 dB
	自動同調動作感度	D: 22±6 dB DL: (DX)+25±6 dB
部	周波数セパレーション	0.2 MHz
	中間周波数	10.7 MHz
	ステレオ感度	18 dB以下
	型式	コンパクトカセット
プ	テープスピード	4.76cm/sec
	レウ&フラッタ	0.35%以下
	クロストーク	40 dB以上
	セパレーション	30 dB以上
ヤ	S/N 比	48 dB以上
	周波数特性	63~15000 Hz

6.3 機能別ユニット構造

本機は、各機能ブロックごとにユニット化を図った。また、各ユニットごとの電氣的調整および性能測定を可能とし、各ユニットの性能を確保することにより、最終組立工程での無調整化を実現した。また、組立工程ではレキシルな生産対応を可能とした。

6.4 部品コストの削減

種々実施したV A方策の一つに、プリント基板のファミリー化がある。これは定尺材料から最も

効率よく板取りできる基板寸法を割り出し、その制約内で複数の基板を一体化（ファミリー化）し材料費を低減させる。その結果約15%のプリント基板コストの低減を実現した。

6.5 加工コストの低減

組立作業においては、各ユニットを積み重ねる構造にする事により、各ユニット完成後の組立てでの、作業方向を統一した。その結果、基板加工の自動化効率向上と共に、加工費用全体で約20%の改善を実現した。

7. S K D 物 流

1) 物流ルート

物流ルートおよび輸送時の環境条件を図-8に示す。

2) 梱包仕様

仕様決定に際し、輸送コストを最小にするため、下記項目を設計のねらいとした。

①個別ユニット別および部品別の梱包

②ユニット箱サイズの統一

③1箱当りの入数/を100の倍数および約数化
次に、品質保証面から図-8で示した、国内工場

から海外工場への物流ルートでの輸送条件が、個別ユニットおよび部品に与える影響を想定し、以下の評価試験を実施した。

・シミュレーションテスト

・輸送トライアル

以上により、コスト面および品質面を満足する梱包仕様を設定した。

8. む す び

以上、今回開発した'89モデルオーディオのねらいと設計概要について述べた。システム諸元を表-3に製品外観を図-9に示す。

本機の開発に当っては、米国工場生産対応、先進性のあるデザイン、北米ニーズを満足させる音造り、セキュリティ対応など多くの課題があり悪戦苦闘したが、最終的にはほぼ満足出来る結果が得られた。しかし、今後とも市場要求品質、性能の高度化とともに、海外生産、低コスト化が要求されるのは必須であり、本機にて培れたノウハウをベースにして次期モデルへステップアップを図りたい。

なお、本機の開発に当り、ご協力とご指導を賜った関係各位に深く感謝の意を表します。