

第2章

カーオーディオの開拓

AVC本部長代理 天谷 祐治



2.1 まえがき

日本で初めての自動車用ラジオ受信機（オートラジオ）の開発・製品化を実現してから、今日まで40年になる。その間の技術進歩は、国内外、社内外を問わず目覚ましいものがあり、なお加速的な動きの中にある。

今日の当社のAV関連機器の礎となっている技術が、いかにして先輩達により着目され、試行錯誤が繰り返され、実用化に向け血のにじむ努力がなされたかを探り、これからの技術開発・製品化の糧となし、広く世の中の発展に貢献してゆきたいものである。

2.2 オートラジオの開発

オートラジオの誕生から今日までの主な変遷を

図2.1に示す。

2.2.1 オールトランジスタ化と自動同調方式

トヨタ自動車の純国産技術による乗用車の実現に端を発し、オートラジオの開発を決意して必死に取り組み、実用化にこぎつけた先輩の苦勞と努力により今日の富士通テンがある。このオートラジオは真空管を使っていたので真空管を動作させるために必要な直流の高電圧はバイブレータでバッテリー電圧を断続し、トランスで昇圧して整流する方法がとられていた。しかし、バイブレータから発生する雑音が大きく、受信信号に混入する問題が残っていた。この課題を、オーディオ部をトランジスタ化し、低電圧で動作する真空管を開発し、ハイブリッド構成で基本問題を解決したのは

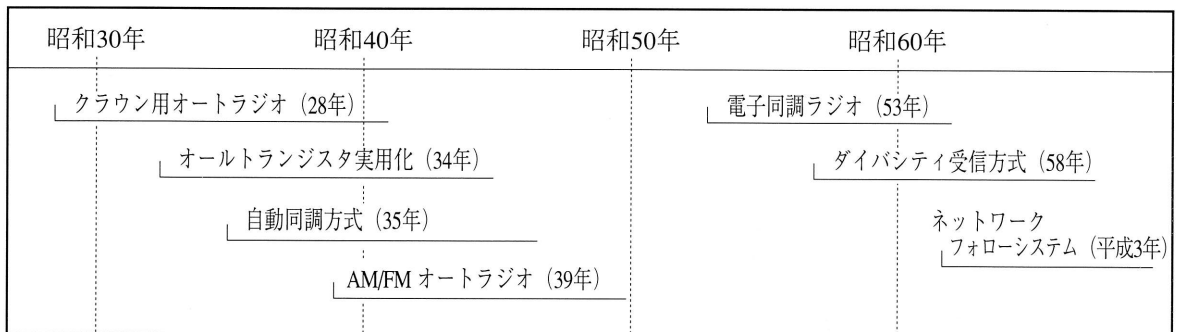


図2.1 オートラジオの変遷

昭和33年である。更に有住氏、江崎氏、小谷氏らの率いる半導体部門は高周波で動作するトランジスタを開発した。その成果を生かし、35年には今井恒至〔現F T A L:Fujitsu Ten (Australia) PTY. Ltd. 社長〕らを核とするラジオ技術陣がオールトランジスタ化オートラジオを実用化した。さらに、自動同調式オートラジオ、バスアンプ、マイクアンプなどを次々製品化し当社の基盤を確固たるものにしていった。

2.2.2 多バンド化と輸出への進出

トランジスタ化する力のあるオートラジオメーカーとしての当社の名前は海外でも知られるようになり、ロングウェーブ (LW) 付オートラジオの引き合いを受けることになった。技術的には、基礎から社内でトランジスタ化した経験と基礎技術を持っていたため、比較的容易にLW付オートラジオAR-93の実用化ができた。38年に製品化したこのAR-93型がトランジスタ化オートラジオにおける多バンド化の始まりである。図2.2に同機の外観を示す。

その後感度アップの改良に取り組み、現地の要望に応えられるレベルに達するには、更に2～3年の時間を必要とした。日本では、LW帯の放送は実施されておらず、測定器で得られるデータだけを頼りとして改良に取り組んでいたが、感度が

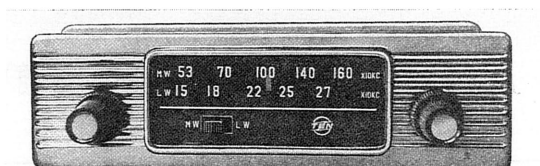


図2.2 LW付オートラジオ AR-93

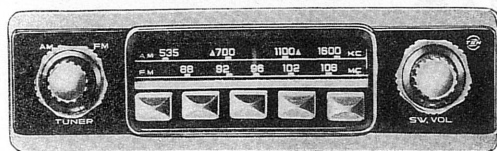


図2.3 FMオートラジオ FA-205
(対米輸出向)

ある程度高くなってきたとき、日本でもLW放送の受信ができることに気が付いた。もちろん、日本語ではなく、ロシア語と思われる音声で雑音に混じって聞こえた時の感激は、技術者でなければ味わえないものであろう。そして、S/N感度の重要性を改めて認識し、データのみではなく、実際に電波を受信することの重要性を体験したのである。また、LW付オートラジオの輸出ビジネスは商社を介して行われており、ショートウェーブ (SW) の需要のあることが紹介され、ショートウェーブアダプタの製品開発も行われ、輸出されるようになっていった。これはSW帯をBC帯に変換し、AMラジオで同調をとるダブルスーパー受信システムであった。

FMによる実験放送がNHKにより開始されたのは32年である。技術陣は、本放送の時期をにらみつつ、トランジスタの進展に注目していた。37年にシリコンプレーナ型トランジスタが開発されVHF帯でも使用できる見込みがついた。すかさず、FMオートラジオの実用開発に挑戦し、39年にはFM/AMオートラジオFA-202を製品化し、米国向けのFA-205の輸出も開始された。図2.3に同機の外観を示す。

今日と違い、トランジスタは高価な部品であったため、FMのIF増幅器は、AMのIF増幅回

路とも兼用するような設計上の工夫もされていた。当社の特長は、FM受信部に使用される同調回路数が多く、スカート特性の良好な選択度特性を示し、高く評価されたものである。そして、ロールスロイス、ジャガーなど、米国で超高級車扱いをされたイギリス車に、数多く装着されていた。この実績が認められ、トヨタ自動車が米国でコロナの販売で成功の道をたどり始めた40年には、当社のFMオートラジオが純正品として採用されたのである。

2.2.3 小型化と μ 同調

昭和44年FM本放送の開始以降、ステレオ放送、欧州におけるARIシステムなど、多重伝送が実施されるようになってきた。その頃には、トランジスタは主流デバイスの座を失い、ICがメインの時代が変わってきた。ホーム用オーディオ機器の需要も増加し、半導体メーカ各社がそれぞれ特長のあるIC開発に力を入れ、当社にも数多くのサンプルが持ち込まれた。技術陣は、これらの中から、最も性能の良いものを選択し、改良要求を満たしたものを採用するようになってきた。そして、より小型化への道を歩みだしたのである。

小型化するための最大の課題は、 μ 同調器であった。35年に、 μ 同調器の専門メーカである日本チューナ株式会社（現チューナ株式会社）と当社の協力関係が始まり、小型化の推進に大きな役割を分担してもらった。

μ 同調器は、固定されたコイルの中に、フェライトコアを移動させ、インダクタンスを可変する構造となっている。コアのストロークの量が μ 同調器の大きさを決定する要因となる。コアストロークが小さくなれば、同調器を構成する部品の精度、応力によるたわみ、ガタ、等の細かな点までが、

同調精度、プリセットの精度に影響を与えてくる。それまで35mmあったストロークが20mm程度までに小さくなったのは、40年代の初期であった。米国への輸出が本格的になり出した頃の技術部門と、当社現地サービスマンとのやりとりの一部を紹介しよう。

サービスマンが出荷前点検を行っているうち、同調精度の悪いものを数台発見した。原因を調べると、ガタを吸収するために使われているスプリングの焼が甘く、変形している。早速、現品と共に技術者に連絡が入った。

技術者の返事。「考えてもみろ、日本からアメリカまで赤道直下を航海する船の中にセットは置かれていたのだ。その熱さたるやものすごく、焼が戻ることだってあるさ」

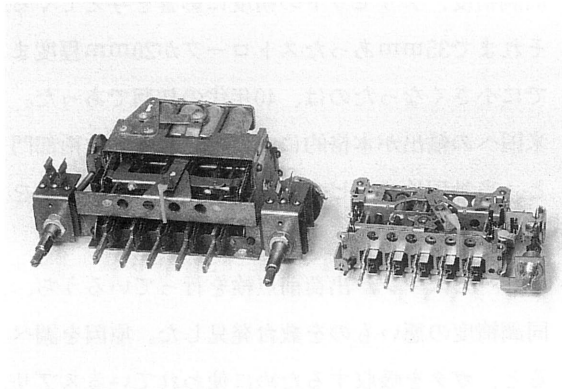
迷文書と共に正常なパーツが送付されてきた。受取りの返事にサービスマン「代替品受領した。でも飛行機で送られたため、太陽に近い。その熱のため、また焼が戻ってしまった。今後、輸送には十分注意されたし」お互いに、苦しい中でもこのような冗談を交わしながら、解決に努力していた。その後、 μ 同調器メーカには、厳しい管理要求が出されたことは言うまでもない。

部品一つ一つに細心の注意が払われ、同調器のストロークは8mmまで小さくなった。そして、 μ 同調器の生産は、平成4年まで続き、40年間にわたるオートラジオのキーパーツとしての役割を果たし終えたのである。（図2.4参照）

2.3 電子同調方式への発展

2.3.1 半導体技術の進展

μ 同調方式で製品量産が進んでいる中で、開発部門は電子化に向け活動を始めていた。昭和40年代の半ばにはスタートを切っていたが、純電氣的

図2.4 μ 同調器の外観

左：初期の同調器 右：最新の同調器

な手段で必要とする受信帯域幅（530～1600kHz）を可変する素子はまだ世の中には存在していなかった。やむなく透磁率が電流により変化する磁性体を使ったコイルを複数個組み合わせ、帯域幅を分割して同調させる考え方で研究が進められた。しかし消費電流が大きく、受信周波数のメモリーが困難という基本的な欠点があり、暫くの間研究は中断されていた。

しかし、半導体技術の進歩は電子同調化を容易にする新しいデバイスを提供し始めた。その一つに超段階接合型可変容量ダイオードがある。このダイオードはAM受信帯域幅をカバーするのに十分な10倍の容量変化幅を持つものであった。一方、アナログ電圧を記憶する素子が開発され使い道を探していた。同素子の外観を図2.5に示す。この2つのデバイスの出現は、中断していた電子同調化の研究を再開するきっかけとなった。技術陣は、研究再開にあたり可能な範囲での技術調査・情報収集を行い、PLL技術・デジタル技術の導入に着目した。さらに調査を進め、特許・回路構成の点でPLL技術はまだ実用には無理が多すぎると判断し、デジタル回路の導入に主眼を置いた。デ

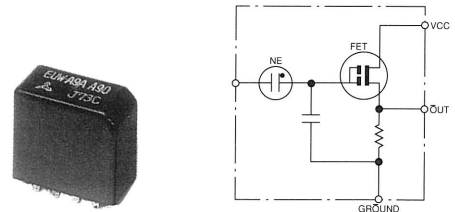


図2.5 アナログ電圧記憶素子とその内部回路

ジタル回路の経験がほとんど無いアナログ育ちの技術者にとって、非常に魅力のある技術であった。そして、基本ゲートのICを組み合わせながら受信に必要な制御回路を作り上げ、次々と新しい機能を開発していった。また新入社員も貴重な戦力であったから重要な課題が与えられ急速な成長を遂げ、半年もしたときには一人前の技術者として活躍しただけではなくその後の発展の核となった。

2.3.2 PLL・デジタル技術の導入

開発が進み、製品化に向けてカスタムICや表示器の開発も進められた。表示器の仕様を巡り若手技術者と中堅技術者との間で激論を戦わせたことがあった。デジタルかアナログかの話であったが、結局中堅技術者の推すアナログ式で実施することで落ち着き製品化された。しかし若手技術者の主張が正しかったことはその後の製品にアナログ式の表示器が全く採用されていないことで証明されている。技術開発するときからユーザのニーズ、好みを把握しておかないと無駄な開発に終わる可能性があることを示す事例である。図2.6に電子同調ラジオの試作一号機を示す。



図2.6 電子同調ラジオの試作Ⅰ号機

多少の紆余曲折はあったが、比較的短期間で市場に初の電子同調ラジオを送り出すことができた。しかし、結果はものの見事に失敗に終わった。受信周波数を記憶する時間が当初の見込みより短く2、3日でメモリー喪失するものが続出してしまった。原因は電圧記憶素子の記憶時間が開発段階に確認した実力より低く、制御回路のカバー範囲を越していたためと分かった。

技術陣はこの方式（FLL方式と勝手な名前をつけていた）に固執することなく、PLL方式の開発に全力をあげた。アメリカのG I社が開発した電子同調専用ICは、研究再開のとき無理があると判断した要素をほとんど解決しており、今までの開発成果を生かすこともできたため、このICを採用した。記憶にはEPROMが使用され、電源系もシンプルな回路であったから量産する上でも最適であった。ここで製品化されたのが、AM/FM電子同調ラジオEP-750で、当社が本格的な電子同調化への道を歩みだす基礎を確立した。

2.3.4 マイコン化への挑戦

FLL方式の開発過程で考えだしていた種々の新機能（番組予約、タイマー設定など）は、EP-750に使用したICでは実現できなかった。これを実現するための手段としてマイコンに着目し、勉強を始めたグループがいた。富士通の半導体部

門ではNMOSのマイコンMB8841が開発完了し、CMOSの開発中であった。NMOSでは、消費電流が大きく自動車用には使えないが、CMOSであれば電流も小さく実用可能である。しかしその開発完了を待っていたのではタイミングを失いかねない。そこでNMOSのマイコンを使って技術開発を進め、CMOSが完成したときに製品化に踏み切る考えで開発に着手した。

当時のマイコンのROM容量は2Kとまだ小さな時代で、プログラム開発には随分と苦労があった。メモリー容量ギリギリでようやくプログラムが完成し、デバッグしてみるとバグが見つかる。メモリー容量をひねり出すのにまた全体を見直さざるをえない。ようやくラジオとして機能し、完成したCMOSのマイコンMB8851に置き換えて評価すると別の問題が発見される。原因の追求と解決策の検討などここでも繰り返しの連続が唯一の解決手段であった。図2.7にマイコンの写真を示す。

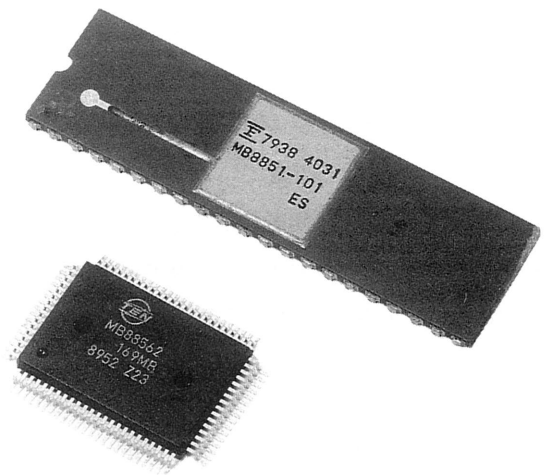


図2.7 最初に使われたマイコン（上図）VFDドライバーを内蔵した最近のマイコン（下図）

当時のPLL回路の性能では、FM帯を直接取り扱うことはできず、プリスケラが必要であった。国産品に適したものが無く、イギリスのプレッシー社のICを使わざるをえなかった。しかし部品調達上の問題があり、国産品の採用が強く求められていた。技術陣は、富士通に開発依頼し比較的短期間にサンプル品を入手し、検討の結果も問題が無く、量産製品に使用決定した。ところが歩留りが悪く数量が間に合わないという。プリスケラICの電源電圧を上げれば動作上の問題も無く、歩留まりも向上することが分かり、ラジオ側で対策を講じて急場をしのいだこともあった。

このような数々の課題を一つひとつ解決し、ノウハウをため込みながら現在の電子同調ラジオの姿に近づけてきたのである。

基本形が確立した後の活動は、マイコンのプログラミングの工夫による新機能の実現や、コスト低減に寄与する周辺回路のマイコンへの取り込み、富士通とタイアップした電子同調専用マイコンの開発、エミュレータの社内開発などに力が注がれ今日に至っている。また、マイコンは単にラジオのコントロールのみならずカセットデッキの制御や、システム制御にも高度に利用されるようになって今日のオーディオシステム発展の核となる地位を占めるようになってきている。

神戸工業が一部の技術者の手でオートラジオの開発に着手してから富士通、富士通テンと社名を変えながらも大きく発展してきたのは、先輩技術者の旺盛なチャレンジ精神と、血のにじむような努力の成果に基づいている。敬意を表すと共に先輩諸氏に負けないよう更なる発展に精進したいものである。

2.4 より良い受信状態を実現するために

2.4.1 AM受信性能の向上

ラジオがユーザに提供する本来の機能、すなわち、「車という移動する室内で電波により送られる種々の放送内容を聴取者に聞き易い音で提供する」製品ととらえて、我々はその向上に挑戦してきた。

初期から昭和30年代のAM放送受信機の挑戦課題は、受信周波数の安定化と、選局精度の向上、種々の妨害特性（イメージ妨害、IF妨害、選択度）、対雑音特性（電源ライン系、アンテナ入力系、スピーカ系）がその主な項目であった。40年代後半から今日にかけては、大入力特性、音質に関連するもの、 μ 同調方式から電子同調方式への変化に伴う項目、AMステレオ放送への対応など、技術内容も大きく変化すると同時に、技術レベルもより高度なものが要求されるようになってきた。

AMラジオの入力回路には、アンテナとの間に1個のコイルが、シリーズに接続されている。このコイル一つについても、長年にわたる検討、経験から得られたノウハウが詰め込まれている。

このコイルの本来の役割は、アンテナに誘起される電圧のうち、AM放送帯の信号のみを伝送するよう、バンドパスフィルタとしての働きをしている。一方で、トラッキングエラーが増大するマイナス面を持っており両者の妥協が必要であることが分かってきた。

初期の μ 同調器のコアストロークは35mmあり、連動する3個の同調回路の特性が比較的良くそろっていた。小型化により最終の μ 同調器では8mmまでストロークが縮まってきたが、その進展過程の中での先輩技術者達の歩んだ道を紹介しよう。

コアストロークの短縮化は、前述した3個のコ

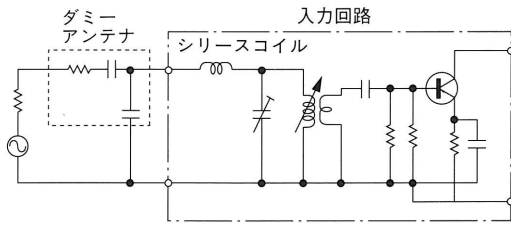


図2.8 オートラジオの入力回路

イル間の周波数変化特性がそろいにくくなる。そのため、調整周波数（1400kHz）での感度は同じ値が得られるが、それ以外の周波数ではトラッキングエラーが生じやすく感度低下が大きくなる。図2.8に当時のアンテナ入力回路を示す。問題のシリーズコイル（ $12\mu\text{H}$ が初期には使用されていた。）はその値が小さい方がトラッキングエラーが生じにくく、計算の上でも実測上も確認することができていた。生産量の増大もあいまって、小型 μ 同調器の特性を大型のものと同等に維持することは困難になり、あるモデルよりこのシリーズコイルを $6.8\mu\text{H}$ に変更し、ラジオの感度の規格も従来機と変えず、実力値も同様であることを確認し市場に送り出した。

担当の技術者は、同調器のコストの低減も図れ、製品は小型になり、性能は従来と変わらないし、良い仕事ができたと内心満足していたが、半年後には、全く反対の意気消沈した姿に変わってしまった。

営業部門から、『新製品は感度が悪くなったのでは？』と販売店からチラホラ話しがあるが、大丈夫だろうな』との質問が技術部門に伝えられた。検査データをみても差が認められず、物があれば売れる時代でもあり、大きく問題になるような出来事ではなく、しばらくは放置されていた。しかし、本当に問題点があることが実際に車で走ってみて判明した。

当時、技術陣の使える車は少なく、実走テストも工場近辺で行われる程度であった。しかし、技術者が地方に出張した機会に、比較的電界強度の弱い地域を走行し、雑音が耳につき易いことを発見した。従来品と比較しても明らかに差がある。事実が判明すると、技術の面子にかけて、今までに作り出した「テンオートラジオ」に対する定評を崩すまいと技術陣は動き出した。電源系、スピーカー・ケーブルなど、今までさんざん苦労した雑音対策に抜かりのないことは直ぐにも確認できた。残るのはアンテナ系のみである。技術陣は苦悩したが、机上の理論や、ベンチの実験で解決できるほど簡単な問題ではなかった。

そこで、問題現象を再現することから取り組んだ。雑音の元となっているのは、エンジンのイグニッション系であることは分かっていたので、その雑音源の代替としてオートバイが使われた。この方法には時間と共に輻射されるノイズの量が変わるという問題があった。かと言って代わりとなる手段も無く、エンジン始動から一定時間だけ雑音量の変化が少ないので、その間に実験しエンジンが冷えるのを待ってまた実験するといった、泥臭い方法で、時間を掛けながら原因追求に取り組んだ。ついにコイルの構造が大きく影響していることが判明し、単層巻きが最適との結論を得たのである。図2.9にコイルの外観をしめす。コイルの

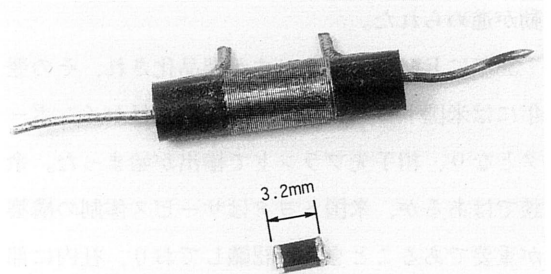


図2.9 単層巻のコイル（上図）と電子同調ラジオに使われているチップコイル

両端間に存在するストレー容量が大きいと、イグニッションノイズに含まれる高い周波数領域の成分がトランジスタに加わってしまい、混変調を生じて雑音増加の要因となっていたのである。

この時に得られたノウハウは、 μ 同調器が使用されている間は引き継がれ、問題のシリーズコイルには、小型化には逆行する単層巻の構造のものが長らく使用された。

雑音との戦いはこの他にも多数ある。アンテナジャックのアースグラウンドの取り方、自動車のイグニッション系から外部への輻射抑制、車へのアンテナの取付方法、受信機のシャーシに流れる電流経路など、アナログを対象とするが故の技術的難解さがあり、さらに、良否判断の基準がユーザの感性に依存しているという本質的な課題を持っているためである。

2.4.2 FM受信性能の向上

FM放送への対応は、AM放送に比較すれば、数10倍の努力が費やされてきている。それにもかかわらず、ユーザの期待するレベルとは未だギャップがあり、カーオーディオメーカー間の競争の対象となる項目の一つでもある。

FM放送のスタートはアメリカが早く、FM放送そのものの特長と放送局数、サービス内容の変化などから欧米地区のユーザを主な対象とした活動が進められた。

38年にFMオートラジオが製品化され、その翌年には米国トヨタ自動車販売株式会社がインポータとなり、相手先ブランドで輸出が始まった。余談ではあるが、米国トヨタはサービス体制の構築が重要であることを強く認識しており、社内に部品部がいち早く設置されていたが、車の販売台数がまだ少ない時代であり部品部には余力があった。

その余力を、当社製品のインポータとして代行してもらっていた。当時は μ 同調器方式のFMモノラルラジオであり、受信性能にはかなり自信の持てる製品であった。強いていえば、米国の電波事情の把握が十分でなくAFC回路の設計手直しを現地で走行実験を繰り返しながらやり直す程度で、当時のユーザの要望に応じることができていた。その後のステレオ放送の普及に伴って、ユーザの不満が顕著になり、IC化への進展、電子同調化などから、メーカー間の競争も熾烈となってきたのである。

FM変調された放送波を復調するためには、理論的には無限大の帯域幅が必要であるが、現実には280kHzの帯域幅があれば、変調により発生するサイドバンド波の90%を取り扱うことができる。従って日本のような放送波が少ない場合には中間周波増幅回路の帯域幅を広くしても、帯域内に飛び込む雑音の影響を考えるだけで良いが、欧米のように、放送波が過密な電波状況下では、隣接する放送波の影響が大きく、復調される信号の質は単純に理論計算から求められたものとは大きく変えねばならない。ユーザの要望する質の良い音声信号に復調するためには、IFの帯域幅の設計値一つにしても、電波状況を調べ、走行テストで確認し、理論値と現実の妥協点を探さなければならなかった。図2.10に電波状況の測定例を示す。

実際に技術者がIF周波数帯域幅を決定したときの活動にもいろんな難関があった。51年に試作機を米国各地でテストし、これで良いと最後の確認をロサンゼルスで実施してみると、前回とはかなり異なった結果となってしまった。試作機の特性を調べてみても変化は無いし、考えられる検討を行ってみても原因を試作機に求めることはできない。ここでもまた原点に戻る事となった。

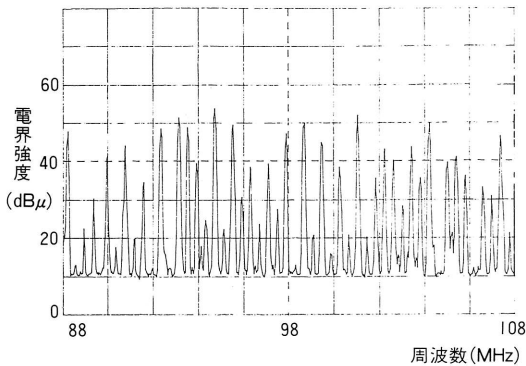


図2.10 ロサンゼルスにおけるFM帯の電波状況

電波状況の測定から始め直してみると、前回とは異なった、おかしな現象を発見することができた。FCCの規定に外れたスプリアス波が観測されたのである。放送局側の異常状態としか考えられず、放送局に掛け合う羽目になってしまった。そのためには、プロを相手の覚悟がいる。慎重にデータを取り、検討を繰り返しこれで間違いないと自信の持てる結論に達し、クレームをつけにいった。

相手の放送局は大学の運営しているプライベート局であったことも幸いし、こちらの言い分をすなおに聞いてくれ、協力的な態度に出してくれた。こちらが考えもしなかった電波を一時止めることまでやってくれた。電波の停止している間にデータが取られ、ラジオの方は狙いの通りであることが確認できた。丁重に礼を述べて現場を引き上げ実験は終了し、その夜に飲んだ酒は一番旨かったと今でもその技術者は述懐している。

電子同調化されて間もない頃の米国での現地テストにも、いろいろな出来事があった。 μ 同調方式では同調精度が低く、AFC回路が作用して隣接局にドリフトしていると考えられていた。ところ

が、電子同調ラジオでも同じ現象が、頻繁に発生する。受信周波数を示す表示器には変化が無いにもかかわらず、受信内容は明らかに変わっている。全く理屈の合わない現象であるから解明には時間が掛かったが、結局、相互変調の発生と分かり、大入力特性の改善に取り組みだした。特性改善の検討は回路図、部品選択、ベンチでのデータ比較、などで進められるが、ベンチでの評価だけでは安心できないことは、過去にも何回となく経験している。従って最終の特性決定には、現地テストによる裏付けを必ず探るように努力していた。その確認テストをやっている時の話になると数々のエピソードが伝えられている。その一つを紹介してみる。

大入力特性の確認テストはロサンゼルスのある小さな丘、シグナルヒルで行われていた。ここは数軒の民家が点在している所で、その間を通る1周2kmのテストコースを設定し、ポイントごとにデータを取りながら評価していた。住民にとってみれば、見知らぬ人間がうろうろしている異様な行動である。すぐさま警察に通報するのは治安の良くないアメリカでは当然のことであった。パトカーが到着しテストをしていた技術者は職務尋問を受け、たどたどし英語で理由を説明し納得してもらった。このようなことは他の地域でも繰り返し経験しなければならなかった。善良なアメリカ市民と、それを守る警察にも迷惑をかけながら受信性能の改善が進められたのである。

理論値と現実との妥協点を探りながら受信品質を決定づける各パラメータが定められてきた。このパラメータは相互に関係があり、ある項目のみを適合させれば良いというものではない。従って、ユーザの言葉で表現される不満を解消するために各パラメータの相互依存の解消が必要であり、こ

こに技術改善の目が向けられだした。RF段にFETを使用して大入力特性の改善を行なったり、バランスドミキサ回路、ワイドバンドAGC、キードAGCなどの採用による特性改善がその例である。

確かにこのような改良は、受信品質を一步前進させるのに寄与した。しかし、ユーザの求めるレベルからはまだほど遠い。FM放送波の持つ特有の性質である受信帯域幅に飛び込む雑音の影響、ステレオ放送復調時の弱入力時のS/Nの劣化、マルチパスなどに対し、ノイズブランカ、ATC、ASC、ソフトミュート、ダイバシティ受信システムが採用されてきた。それぞれの実用化にはベンチでの実験、現地テストを繰り返しながら、最適な回路定数の選択、スペックの決定がなされ、現在でも更にその改善の努力が続けられている。

2.4.3 アンテナ系の改善

受信品質を決定づける要因としてアンテナがある。アンテナとラジオの入力回路とは、古くからその適正化が検討されてきた。自動車用アンテナはAM放送用からスタートしている。AM放送帯の電波の波長は数百mであるが、アンテナの長さはせいぜい1m前後しか使用できない。従って、共振理論を適用することができず、信号電源に5pF程度の等価的な静電容量で結合されていると見なされている。一方、アンテナポールとラジオの入力回路間を接続するケーブルの静電容量は70pF前後あり、ラジオの入力同調回路の同調容量の一部を分担している。このような理由から、検討項目はケーブル容量に並列に存在する損失抵抗のミニマム化と、ケーブルの単位長当たりの静電容量を小さくすることに主眼が置かれた。これは、同調回路のQを高め、受信感度を劣化させな

いたためのポイントであった。ケーブルには同軸ではあるが、静電容量を極力小さくするため中空タイプでその中空部に単線の芯線を通したものを使用していた。

一方、ケーブルの容量はバラツキが大きく、アンテナトリマと呼ばれる可変容量コンデンサがラジオ側には必ず取り付けられており、ラジオを取り付けるときには、調整作業がつきものであった。この調整作業を容易にする構造の μ 同調器を開発し、工業所有権を取得した。図2.11にその構造断面図を示す。

FM放送が受信の対象になってからは、FM波とAM波を同一アンテナで行う両立性に目が向けられた。しかし、現実に許される物理的条件と理論とは、大きなギャップがある。このギャップを、全く異なった技術的視点から解決しようと、開発部門で研究が始められた。

ドイツ・ミュンヘン工科大学のマインケ教授は、アンテナエレメントの根元にアクティブ回路を設け、インピーダンス、ノイズマッチングを適切にとれば、アンテナエレメントが短くても十分に利

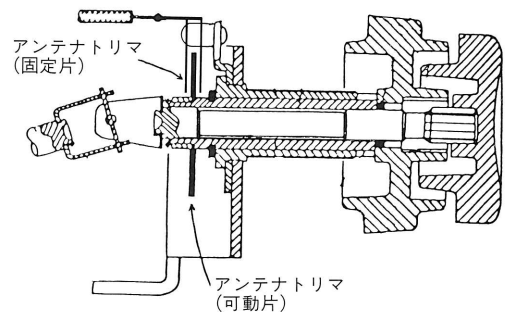


図2.11 調整作業を容易にした μ 同調器

得が得られることを理論的に証明していた。同教授の指導を受けながら研究が進められたが、当時のトランジスタのNF (Noise Figure) はかなり大きく、回路に供給する電源ラインに雑音が混入する別の問題もあり、理論通りの結果を得ることができず、やむなく商品としてアクティブアンテナの実用化を断念してしまった。

一方、自動車メーカーは、ポールアンテナがスタイルの面、風切り音、安全面で問題があり、ガラスの中にアンテナエレメントを埋め込む動きを示していた。当社もガラスメーカーとタイアップしガラスアンテナの開発に取り組んでいたが、ポールアンテナに比較しどうしても数dBの利得差を埋めることができなかった。そこで、断念したアクティブアンテナの技術がアンテナアンプに利用され、ガラスアンテナの性能向上に寄与させることができた。

アンテナは、今日では対象とする波長が更に拡大され、受信のみではなく送信も考えに入れなければならない時代にある。アンテナの理論と発達した半導体デバイス・回路技術をうまく組み合わせることにより、ユーザの求めるより良い受信状

態を実現できる可能性はまだ残されている。既存技術にとらわれることなく、斬新なアイデアで課題を切り開いてほしい。

2.5 パッケージメディアへの取り組み

8トラックカートリッジから始まったパッケージメディアは最近のCDへと変化してきた。この流れへの当社の対応状況を図2.12に示す。

2.5.1 8トラックカーステレオの開発

昭和30年代後半にアメリカでは4トラックのカーステレオ（フィデリパック方式）が実用化され、国内でも一部のメーカーが製品化していた。その後、RCAおよびリヤジェット社の開発による8トラック方式が脚光を浴びだし、当社は8トラック方式一本に絞り開発部門で開発設計まで行い42年にCSL1101が誕生した。

月産100台の計画で生産を開始したが、発売と同時に月当たり1000台近くの需要に膨れ上がった。すかさず新機種の設計が命じられ製造技術部門が担当して、翌年にCSL-2200シリーズが生まれカーステレオの本格的普及時代が到来した。

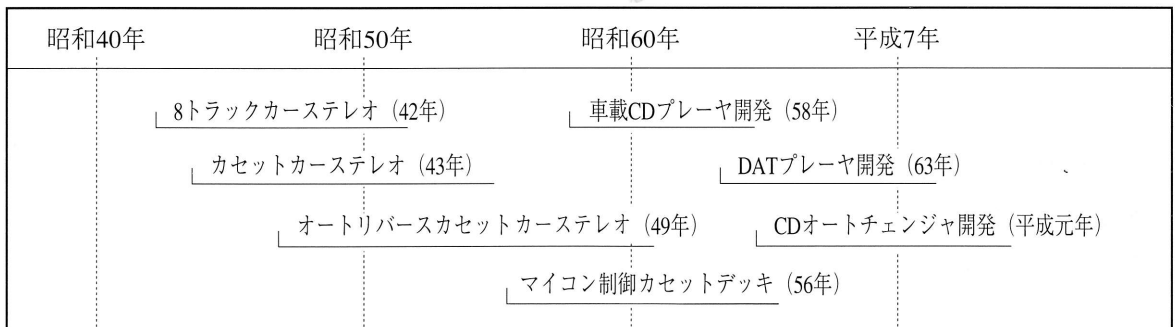


図2.12 パッケージメディアへの対応の動き

ユニークな製品を目指してプロジェクトチームを編成し、新製品を開発した時のエピソードを紹介しよう。

43年末に設計経験があれば良いという条件だけで、営業、製造を含め5人の百戦錬磨の猛者が集められた。チームに課せられた条件は6か月の開発期間とユニークな製品であればどんなものでも良いというものであった。そして、絶妙のチームワークで指示された開発期間より2か月も早い4か月後の44年の春には、ランダムセレクト機能付カーステレオCSL-2301を誕生させた。これは空前の大ヒットとなった。図2.13その外観を示す。

何故、短期間にこのようなヒット製品が大きなトラブルもなく製品化できたのであろうか？当時のメンバーの話を総合すると、次のような幾つかのポイントを発見することができる。

チームは企画から任された。アイデアを絞り込むとき、無理と思える要素は切り捨て、ユーザが絶対に惚れ込むと思える新機能だけを追求した。また、母体となるセットを極力生かして開発しなければならない要素を減らしたこと、部品メーカーに参加してもらい、そのノウハウを引き出したこと、製造の苦勞している点を設計に盛り込んだことなど基本的なことが忠実に守られたことに他ならない。

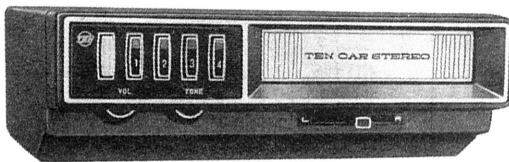


図2.13 CSL-2301の外観

その後専任の技術部門が設置され、次々新製品を開発し8トラックの全盛期時代へ対応していった。それに平行してカーステレオの基本課題であるテープとヘッドとの位置関係の確定、回転系の安定性の確保、この両者に影響を与える振動・温度対応および周波数特性等の改善・レベルアップに挑戦していった。初期にはワウフラッタの課題解決に随分と苦勞が多かった。特に振動の加わる条件の中でワウフラッタの発生を抑えるための技術者の努力は大変なものであった。振動試験機は周波数、振幅が固定式のものしかなく、自動車に取り付けた時に加わる振動を再現することができない。車にセットを取り付け、工場の裏手にあった未舗装の道路を何回も走りながら部品を取り替え、耳で聞きながらの評価の繰り返しであった。実験の途中で気分が悪くなった人、頭を天井にぶつけた人、ハンドルを切り損ねて田んぼに車をはめ込んだ人など、今では笑い話にしかならないようなことにエネルギーを費やししながら、モータのスラストがた、フライホイールの軸受け構造、ベルトの形状、張力の最適化に取り組み成果を上げることができたのである。

8トラックカーステレオの製品化は当社の発展に大きく貢献した。それだけに一層の期待が掛けられ新たな挑戦を必要としていた。取り付けの制約を軽減する小型化、標準化、更にFMラジオカーリッジやカセットカートリッジなど応用付属製品の開発が進められた。(図2.14、15参照)しかしこれらは一時的な対応策に過ぎなかった。

2.5.2 カセットカーステレオの登場

昭和40年にフィリップス社がコンパクトカセットを開発し普及に努めていた。小型で、録音機能があり、プレイ時間が長いなどの特徴があった。



図2.14 FMラジオカートリッジ RC-801

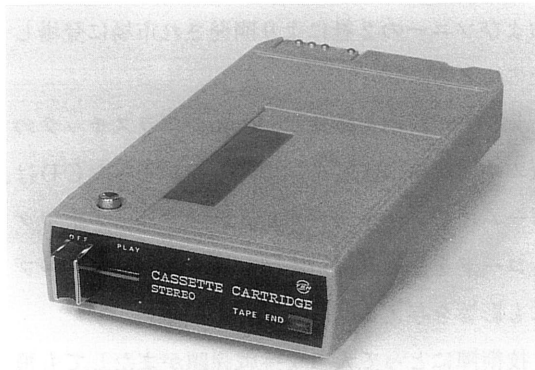


図2.15 カセットカートリッジ KC-101

技術陣の次なる挑戦課題は、車載用カセットカーステレオの実用化であった。開発部門でノンリバース型のデッキ機構の開発が進められ、43年の初め、試作機が完成して間もないうちに、海外から製品の注文が飛び込んだ。技術陣は方式の異なった2つのカーステレオの同時設計を消化してゆかねばならなかったが、若い技術者達は新しい技術の吸収、完成した時の喜び、経験することの重要さを肌で感じながら、徹夜残業をものともせず挑戦していった。

カセットカーステレオの初期にもテープ走行の不安定さに悩まされ、徹夜作業のなかで解決の糸口を発見したことがある。低温試験にかけるとテープがピンチローラから外れてしまい、プレーしないことが出荷直前に発見された。輸出信用状の期限は切れる寸前で、時間的余裕は殆どない。要因として考えられる箇所は多数あるが、夫々に十分検討しベストの設計をしていると思っている。しかし、現実はとても出荷に耐える製品ではない。焦る気持ちのなかでの連日の深夜残業が続けられ、意外な事実を発見した。キャプスタン軸受けに使われているオイルレスメタルからオイルが漏れ、キャプスタン軸、テープにまわり込んでスリップを起こしていたのであった。そしてテープ駆動力、巻取りトルクなどの力関係の余裕度の無さに真の原因があることが判明し、対策が打たれ、なんとか出荷に間に合わせる事ができたのである。

このとき採られた対策にキャプスタン軸にホーニング加工を施し、スリップを起こしにくくしたことがある。しかし、テープの寿命にとってこの方法がマイナスであることがその後の検討で判明した。ホーニング加工の無いキャプスタン軸にするためには、開発段階の検討内容を見直さなければならない。スリップ機構に使われているフェルトの材料、ピンチローラの形状、平行度、クリアランスなどの検討が行われ、ホーニング加工の無い軸でも安定なテープ走行ができるようになるまでには、数年の時間を要した。そして、苦し紛れの対策には落とし穴のあることを教えてくれた一つの事例であろう。

46年の中頃に、8トラック方式かカセット方式か、今後の方向を選択しなければならない時期があった。アメリカ市場では圧倒的に8トラック方式が優勢であり、日本ではカセット方式が一般化

する始めの頃で判断が難しい状態であった。同じ悩みが自動車メーカにもあり、両者で議論を続け、今後の方向をカセット方式に重点を置くことに決定した。ユーザサイドに立ってみて、小型で録音ができ、テープ寿命が長いことが当時の8トラック方式より優れた性能であったが、8トラック方式より劣っている周波数特性の差もいずれ追いつくことになり、カセット方式が本命になると考えたのである。

この方向付けに基づき、オートリバースデッキの開発を行い、性能、特に周波数特性、S/Nの向上に努力が払われた。そして8トラック方式を上回る性能が確保されだし、市場も急速にカセット方式へと転換していった。ラジオにマイコンを取り入れた技術陣はカセットデッキの制御の研究を始め、回転検出の電子化、モータドライブ回路の半導体化の同時検討をやりながら、我が国初のマイコン制御デッキDK-46を完成させ、バイヨ・インテリジェントシリーズ、輸出用ミニウイザードに搭載し、市場に送りだした。図2.16、17にその外観を示す。

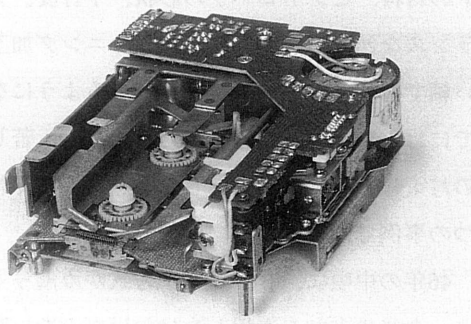


図2.16 マイコン制御カセットデッキ DK-46

現在のカセットデッキの機能の中に当時開発されたものがそのまま多数生きており、カーオーディオの発展に大きく寄与した。その後も小型化や信頼性の向上、コストダウンに力が注がれてきているが、テープの持つ弱点を根本的に解決するまでには至っていない。すなわち、ユーザの求めるレベルとの間にはまだ隔たりが残っており、なお一層の努力が必要である。

2.5.3 デジタルオーディオへの挑戦

一つの技術が生まれ20年近くにもなると、それを代替える別の技術が生まれてくる。音を録音・再生するメディアについても例外ではなかった。コンパクトディスク（CD）がフィリップスおよびソニーの2社により開発され市場に登場したのである。

デジタル技術を駆使し、12cmのプラスチックの板の中に見事に音楽を詰め込んでしまったCDは、ホームオーディオの世界で大歓迎され、アナログレコードを急激に追い上げ、ミュージックテープにも影響を与える勢いを見せていた。

技術陣にとって大きな挑戦課題がまたしても飛び込んできた。自動車に搭載できるかの見通しはなかったが、今までも同じような不安を持ちながら挑戦してきた新技術商品は、ほとんど車の中で実用化されている。技術陣は開発に取り組みだし

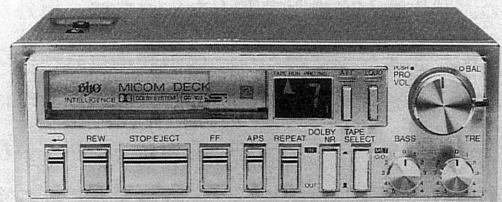


図2.17 バイヨインテリジェント QD-103

た。しかし、今までのシステムとは技術的相違が大きく、難易度も高いことが開発が進むにつれて分かってきた。自動車という環境のなかでこのシステムには大きな弱点があった。すなわち、CDに記録されているのは、数ミクロンの幅と高さを持った凹凸であり、これを光学的な手段で読み取り、電気信号に変換する必要がある。その変換プロセスには、サーボ技術が駆使され、特にフォーカスやトラックトレースは、振動、温度、湿度の影響が大きく現れてくることが分かってきた。

当社には光学の技術が殆ど無かったため、オリンパスと共同で課題解決に取り組んだ。ピックアップとそれを制御するサーボ回路の特性は、振動との関係、ディスクの傷との関係、また温度特性を把握しながら最適値を探らなければならなかった。ある面では妥協点の発見といえる検討が繰り返され、わが国初の自動車用CDプレーヤが誕生した。ドロワー方式のローディング機構が採用され、自動車の中での使い勝手に随分と配慮した設計となっていた。そして、トヨタクラウンに世界初の車載用CDプレーヤとして搭載されたのである。

熱の問題を解決するために、強制空冷の手段を組み込んだり、スピンドルモータにはコアレスタイプを使って起動スピードを早くするなど、今から見ると幼稚なことに苦労した設計であったが、初めての製品設計にはつきものの苦労であったかもしれない。

CDプレーヤが自動車のオーディオとして実用になってくるとまた別の課題も発生してきた。ラジオとカセットカーステレオ、CDプレーヤの3つのオーディオ機器を限られた容積の中に組み込む小型化との戦いである。

この課題の解決のため、スロットイン方式のデ

ッキ機構、集約化したICなどを開発した。また、使い易い製品へのユーザの限りなき要望に応えるべく、CDオートチェンジャーの開発にも目が向けられ、今なお努力が続けられている。

2.5.4 DATプレーヤの開発

CDプレーヤの開発と平行してDAT (Digital Audio Tapeplayer) の実用化に向けて精魂を傾けていた技術陣もいた。DAT懇談会の発足から加入し、長年の努力が続けられたが、著作権問題が大きく騒がれ出し、ごくわずかな製品を世の中に送り出しただけで、中断せざるをえなかったのは残念としか言いようがない。図2.18に外観を示す。

また、情報機器のアプリケーションへDATの活用を試み、研究に入ったが、ビジネスの見込みが付かず徒労に終わった事実も存在している。しかしながら、次なる提案のDCC、MDがカーオーディオの世界を大きく変えようとしている。今迄と同じような多くの課題が待ち受けていると想像されるが、より豊かな車の中での生活空間実現のため、一層の取り組みを期待したい。

2.6 より良い音をめざして

2.6.1 オーディオ回路のレベルアップ

真空管式からハイブリッドそしてトランジスタを使った昭和30年代の後半までの初期のオート



図2.18 DATプレーヤ

ラジオは、出力回路にトランスが使われていた。また、出力も数ワットであり、車室内の騒音からすると十分な出力があったとは言えない。対象となる信号源はAM放送のみであり、中間周波増幅回路の帯域幅が狭く設計されていたこともあって、音質を云々するよりも、出力を大きくすることや雑音の有無が重要視されていた。

40年代に入ると、再生する信号源の対象に、FM放送、8トラックテープが加わり、再生周波数帯域が10kHzを越えるようになってきた。ダイナミックレンジも60dBと広がってきた。このような、ソース信号の質の向上に伴い、オーディオ出力回路も進化が始まり出した。

当社初のFMオートラジオでは、トランス結合の欠点である周波数特性の低・高域部の低下および伝送ロスの改善のため、インピーダンスが40Ωのスピーカが開発され、プッシュプル回路の負荷

として直接接続されるユニークな回路が採用された。出力も10W程度が得られるようになり、オートラジオのH i F i 化のスタートをここに求めることができる。

8トラックカーステレオの製品化ともあいまって、オーディオ出力回路には従来のプッシュプル回路から進化したS E P P方式が採用されだした。スピーカのインピーダンスは当時8Ωが標準であるため、チャンネルあたりの出力は最大7W程度しか得られなかったが、小型・軽量で周波数特性、歪率特性も格段と改善され、標準的なオーディオ出力回路として使用されるようになった。図2.19にトランジスタ時代のオーディオ出力回路の変遷を示す。

一方、半導体業界では、オーディオ用のI C 化の動きが始まっていた。また、トヨタ自動車は、ラジオ、8トラックカーステレオの一体化構造の

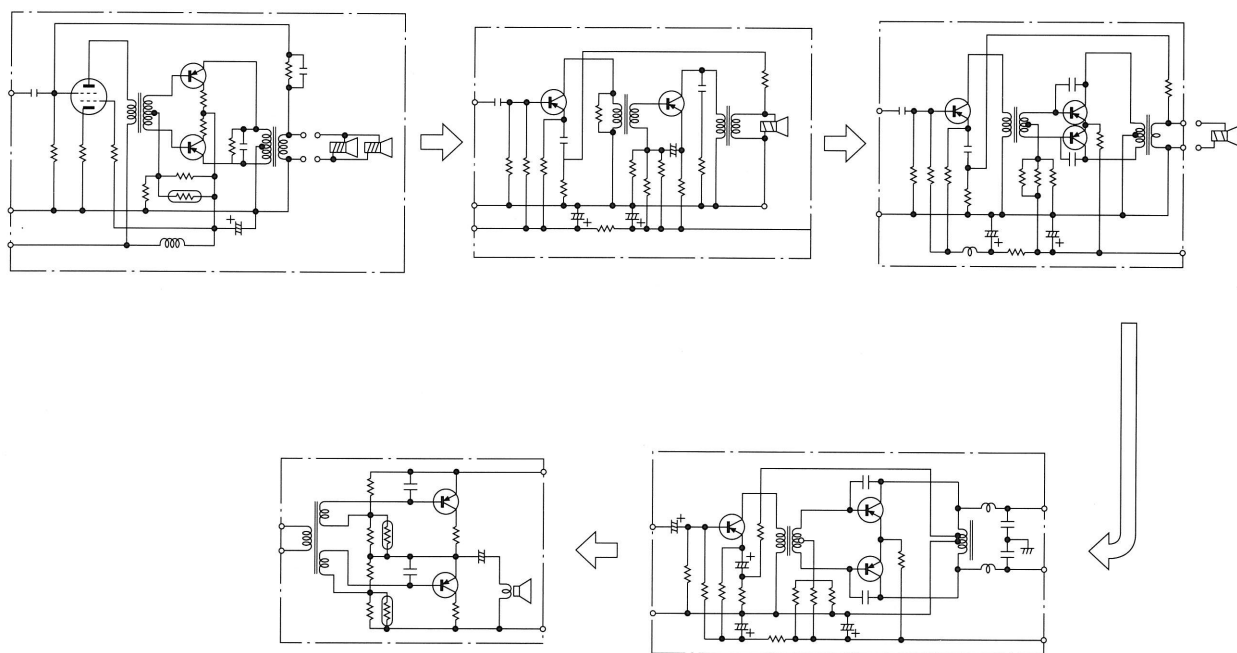


図2.19 オーディオ出力回路の変遷

オーディオをいかに小さくまとめあげるかの技術コンテストが企画され、それに当社は積極的に参加した。技術陣はこのコンテストに全力をあげて挑戦し、パワー I C を使って小型化を試み達成させることができた。これを機会に、カーオーディオの I C 化の動きが始まったのである。

技術的にみれば、完成度の低いパワー I C であったが、一体機にまとめる上では魅力あるデバイスであり、寄生発振、熱設計等トランジスタとは全く異なった課題に直面しながらも、目標としたサイズの一体機が完成し、技術陣の挑戦は成果を収めた。しかし、この時使用したパワー I C はコスト、製造技術面での問題があり量産品としては使用されなかった。

その後、I C はコスト、性能面で大きく進展し、トランジスタに比べ、トータルコストではほぼ肩を並べるようになり、まずオートラジオに使用されだし、8トラック方式、次いでカセット方式のカーステレオにも本格的に採用されたのである。

I C が使われてから、音のレベルアップに大きな進歩が見え始めた。I C は、セットの小型化を容易にしたこともあって、2チャンネル、4アンプ化に発展した。擬似4チャンネルの製品化も試みたことがあったが、しょせん、人工的に作った音源であるためユーザには受入れられず、短命に終わってしまった。しかし、4アンプ、4スピーカの作り出す車室内の音は、より豊かな音楽再生のシステムとして評価され、チャンネルあたりの出力を5Wから10W、そして20W、さらには50W~100W、トータル出力では200Wのアンプまで実現するようになった。

ハイパワー化に伴ない、アンプの周波数特性、歪率、S/N、IMなどの特性も大きくレベルアップしてきた。50Wクラスのアンプには、電源電

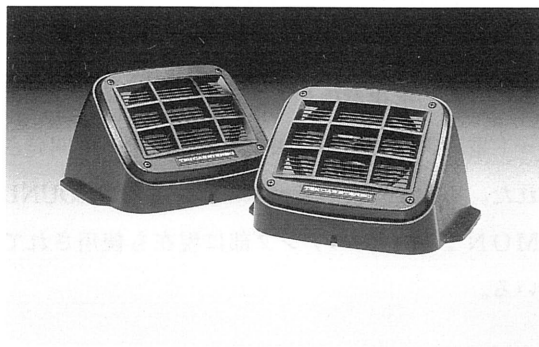
圧を高くする必要があり、DC-DCコンバータ電源が必要である。そのコンバータから発生する数10kHzの高周波がオーディオ信号に混入すると、音質の劣化が生じることも確認され、セパレート電源タイプの超高級アンプシステムも開発された。そして当社のスペシャルブランドSOUND MONITOR のアンプ部に現在も使用されている。

2.6.2 アコースティック性能の追求

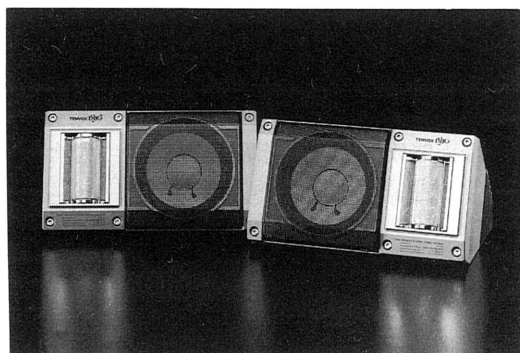
オーディオアンプの進化と並行して、電気信号から音響への変換器であるスピーカシステムも変化を続けている。自動車への取り付け易さと、バツフル効果のバランスをとったボックス系スピーカは後面開放型、完全密閉型、バスレフ型と変化し、スピーカ単体も、シングルコーン、Wコーン、マルチユニット化と変わってきた。ボックス系スピーカの代表例を図2.20に示す。

音の世界に大きく変化をもたらしたきっかけは、昭和57年に、MITのDr. Boseと交流する機会があったからである。Dr. Boseの理念は、科学技術は人類の豊かさに貢献するためにあり、それを実践することにある。そして、MITで音響心理学の講座を開講し、音の世界でそれを追求してきた人物である。彼のコメントは「オーディオメーカーはユーザの求める音の世界を軽視したハード志向(HiFiの追求)に偏り過ぎている。大多数のユーザの希望は、制約を受けない状態で、好きな音楽を楽しむことにある」というものであった。そして、理論を追求するだけでなく、会社を設立し実践活動が続けている。彼の理念と理論に基づく新製品を、当社とタイアップして実用化することになり、小型ながらも高級ホームオーディオ相当の音響性能をもつ、特徴のあるオー

後面開放型



密閉型



バスレス型

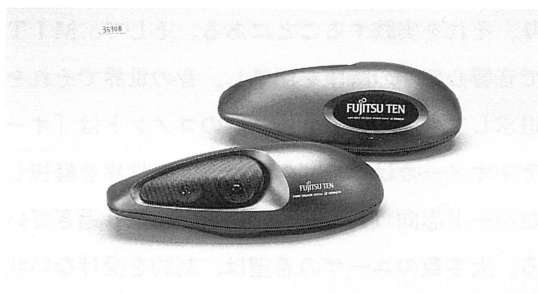


図2.20 ボックス系スピーカの変遷

デイオシステムの具体設計・製造を当社で担当することになった。

音の技術陣には大きな刺激となり、音造りのための本格的な研究に着手した。早稲田大学の山崎

博士に指導を仰ぎ、デジタル信号処理技術の基礎研究が始められていたが、それを音に関連する方向に転換し、本格的な研究に取り組みだした。近接4点法の測定技術開発、各種室内の残響特性の測定と解析、レコーディングの内容分析、その他の基礎データの蓄積に開発陣は励んだ。また、藤田博士（元NHK技術研究所）の指導を受けながら、車室内空間に適した設計理論、実験による確認など、音響設計の基礎確立に努力が払われた。

2.6.3 DSPの開発

音を追求し始めると、人間の耳の持つ能力は、想像以上に高いことが分かってきた。物理データのみで判断がつけられない場面に何回も遭遇したのである。そこで、実際に人間が耳で聞き、それに統計手法による処理を加えて客観性を持たせることも、音を評価する手法に追加されるようになってきた。

基礎研究が進むにつれて、成果を実現させるデバイスの必要性が切実な課題となった。

音を対象とすると、リアルタイム性が必要となり、それに追随するには、高速で動作するデジタルシグナル・プロセッサ（DSP）が必要である。しかし、世の中には、それに適したDSPはまだ存在していない。アルゴリズム開発、ツールの整備、IC開発、その他多くの解決しなければならない課題がある。

昭和59年春、ITT インターメタル社よりオーディオ用DSPの開発に協賛しないかとの話が持ち込まれ、当社を含め全世界で9社が参加し開発に着手した。しかし、3年が経過してもHiFiオーディオに必要な処理速度が達成できなかった。高速化に必要な半導体ファインパターンプロセス技術に解決すべき問題を残していたためと、

開発仕様を次々と変更していったためであった。

それでも、I T Tの開発過程の成果は、半年毎にレポートされ技術陣は詳しく解析検討していた。そして独自で開発したいとの欲望と、成し遂げる自信を持ちかけていた。幸いにも富士通研究所では、レーダや電話回線の音の品質改善にD S Pの応用研究が進められており、成果が見え始めていた。しかも、研究内容に共通する項目が多く見受けられる。そこで、同研究所に新人技術者数名を派遣し、基礎技術の吸収から、アプリケーションが可能なレベルまで育ててもらった。

派遣された技術者は、オーディオの専門知識も少なく、まして理論化しなければ研究が進められない課題への挑戦だけに随分と戸惑いが多かった。研究所から戻った技術者達を中心に62年春から本格的にオリジナルD S Pの開発が進められた。デバイスの企画、開発、アプリケーションソフト、ツールと多面的に開発を推進し実用化に向け動きだした。

D S Pチップは富士通の半導体部門が分担し設計検討に入り、幾つかの難問に遭遇することになる。その一つはチップサイズであった。デバイスの企画では、D/Aコンバータ部を内蔵させていたがとても狙いのサイズには納まらない。やむなく企画を練り直し、内蔵を取り止めることにしたが、それでも10×12mmの規模になってしまった。マシンサイクルも40 n sを狙ったが、当時の設計ルールで1.2μでは達成できない。ここでもアプリケーションソフトの検討を重ね、狙いの二倍のマシンサイクルでも実用化に堪えるめどをつけ、最終仕様が確定された。富士通の半導体部門は極めて多忙な時であったが、我々の要望に必死で応えてもらいサンプルI Cが完成した。しかし、その歩留は数%のスタートであった。図2.21にDSP

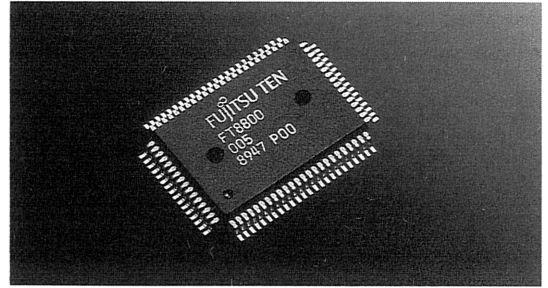


図2.21 D S P F T 8800

F T 8800を示す。

当社が入手したサンプルI C 2個をやりくりしながら、評価ボードに搭載され性能確認がなされていった。そして実機に搭載し評価をしているうち、突然に猛烈な雑音発生器に変わってしまった。チップの発生する熱のため、演算速度が低下し所定の処理がなされなかったためである。思いがけないトラブルに遭遇しながらも更に改良が続けられ実用にこぎつけるまでには数カ月の時間を要したのである。

技術開発が進められる一方で、D S Pをどのように活用するのが効果的か、真剣に検討が始められた。オーディオの信号処理（ボリューム、バランス、音質調整など）はもちろん、グラフィックイコライザなどの処理も容易にできるが、ユーザにとって面白さを提供するものではない。そこで、残響を付加し、「車の中を音楽ホールに変える」とのコンセプトで製品化することになった。そこには、長年、技術陣が抱き続けていた夢を、また一つ実現できるという願いが秘められていた。

2.6.4 音場制御の夢の実現

カーステレオが実用化になった頃に、リバーブユニットの製品化をしたことがある。スプリングにより遅延を発生させ、残響効果を与えるもので

あったが、外部から加わる振動で不要な音が発生し、市場では受け入れてもらえなかった。また、BBD (Bucket Brigade Device) を使用したエコーユニットを昭和48年に製品化し、市場に出してみたが、残響効果に不自然さが残り、これもヒット製品に育てることはできなかった。エコーユニットRV-100を図2.22に示す。

このほか、Lチャンネル・Rチャンネル信号の差や和信号を組み合わせ、擬似4チャンネルステレオ化、あるいは、リヤスピーカに加える位相を操作したクロスファイアシステムなど、数々のトライをやってみた。しかし、いずれもユーザの厳しい選択の目に振るい落とされていった。

これらに比べ、DSPで積極的に加工された音は、本格的な風合いを持っている。皮肉なことに、富士通研究所ではエコーをキャンセルするのにDSPを利用し、我々は、エコーを作りだすのに苦労した。テーマを設定してから5年もの時間をかけ、ようやく製品化に漕ぎつけた。しかも、自動車用として世界初の快挙である。

技術陣は更に車の中でのより良い音場を作りだ

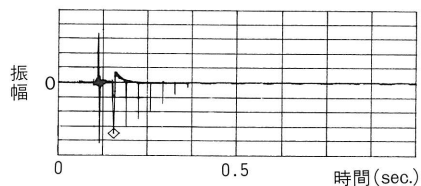


図2.22 エコーユニットRV-100

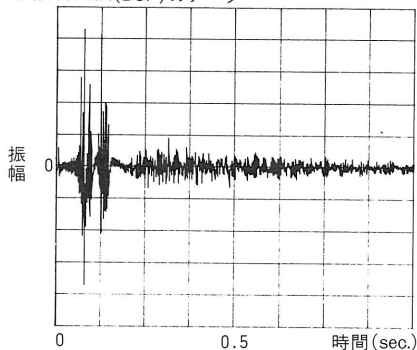
すため、世界の著名なコンサートホールのデータが必要とした。しかしそのデータは一般にはなく、自分たちの手で集めるしか方法が無い。そこで神戸大学、ルール大学の支援を仰ぎ平成2年の暮れに、ヨーロッパの著名なコンサートホール8か所のインパルス応答特性等、貴重なデータを取得しその後の製品に適用している。図2.23にRV-100 (BBD), $\alpha 777$ PHA (DSP) 及びニューフィルハーモニーホール (ベルリン) で測定したインパルス応答特性を示す。

当社のDSP開発の成果をトヨタ自動車のセラに生かしていることが評価され、同社より「DSPによるオーディオシステム」が技術開発賞の対

a. RV-100のデータ



b. $\alpha 777$ PHA (DSP) のデータ



c. ニューフィルハーモニーホールのデータ

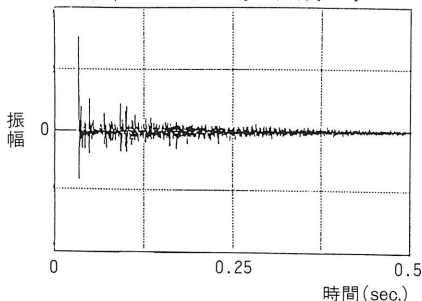


図2.23 インパルス応答特性

象に値するとされ、平成3年に栄誉ある受賞に輝くことができた。開発、製品化に携わった人達にとって世の中で認められ、他社が追随し始めたことは大きな励みとなった。世界ではじめてDSPが搭載されたセラスーパーライブサウンドの構成を図2.24に示す。

2.7 より愛される車の装備品をめざして

2.7.1 セッティングキットの製品化

オートラジオにしてもカーステレオにしても、操作されてはじめて商品としての価値が生じる。それには、操作し易い場所に取り付けられることが前提条件となる。オートラジオは、比較的早い時期からダッシュボードに場所が確保されていた。しかし車により、また自動車メーカーにより、取り付け位置と大きさ、セット取り付け用のボルト・ナットは千差万別であった。また、自動車製造ラインでオートラジオが装着される比率も低く、自動車ディーラ、電装品販売店でラジオが装着されていた。この対応のため、セッティングキットと呼ばれる車の種類に合わせた、取り付け金具、ボルト・ナット、配線用ワイヤ・雑音防止部品・説明書などからなるキット部品の発売が行われるようになった。



図2.24 セラスーパーライブサウンドの構成

セッティングキットの設計は、メカニカルエンジニアが担当した。車の種類が年々増加し、モデルチェンジも繰り返されていたから、その都度綿密に車を調べ、設計しなければならず大変な仕事であった。カーステレオが製品化されてから、セッティングキットの必要性は益々高くなり、また重要性も帯びてきた。カーステレオの取り付け場所は、車にはまだ確保されていない。そのため、場所の選択、スピーカの取り付け、配線の引き回しも検討の対象となってきた。ラジオに比べ、カーステレオは、振動に対する配慮が一層必要である。このため、実車で確認が避けて通れない。またキットの準備が遅れると、製品そのものの売れ行きに影響を与えてしまう。新車発売の情報収集から、検討のための車両を確保するにいたるまで、随分と苦勞しながら対応してきたのである。

このような苦勞から開放されたのは、セットサイズの標準化が進み、自動車サイドでも取り付け場所の確保と標準化が進み、オートラジオ、カーステレオの一体化、小型化が進みだしてからである。図2.25にその変遷を示す。

これに伴ってセット本体に設けている取り付け用の穴、形状に工夫が盛り込まれ、また標準ラックも開発・製品化されていった。

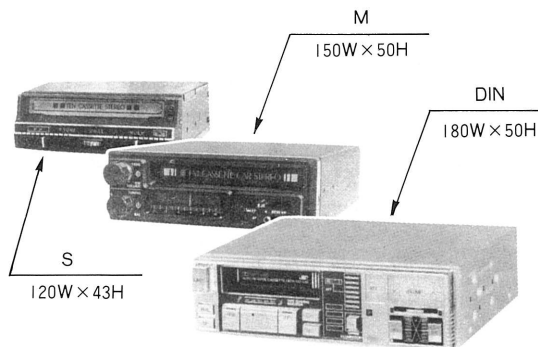


図2.25 前面板サイズの変遷

2.7.2 意匠デザインの向上

取り付けと関連して、車の装備品としてのオートラジオとカーステレオの品位が求められるようになってきた。カーステレオは、取り付け場所がアンダーダッシュとなる場合が多く、セットの操作パネル面のみならず、後面の色の処理も課題となりだした。当初シャーシはメッキ処理をしていたが、塗装が施され、塩ビ鋼板に切り換えられたりしてきた。ここでも、塩ビ鋼板の切断面の錆やバーリング寸法の最適化、塩ビ加工により接触抵抗が大きくなり雑音が混入するといった問題があったが、一つずつ解決し、ノウハウが蓄積されていった。

メカニカルエンジニアおよびデザイナーにより、セット前面操作部のレベルアップへの努力と挑戦が始められ、今日もなお続けられている。意匠デザイン・操作フィーリング・操作部位の配列・大きさ・操作性などは、人間の持つ感性と関連が強く、特に車の中で使われる製品だけに奥が深く、永遠の課題であろう。

2.7.3 加工技術と材料の変遷

前面板をはじめ意匠に関連する部品には、当初、亜鉛やアルミのダイキャストが使われていた。塗装を巧く施し、光沢を与える部分と使い分けすることで、重厚な感じをだし高級感を製品に与えていた。しかし、重量・コストの面でプラスチックにその座を明け渡すことになる。プラスチックは、次々と新しい材料開発が進み、加工技術も並行して進歩してきた。技術陣は、これらの動きを把握しつつ、車の環境にマッチし、目的に最適な材料と、加工技術の組み合わせの追求を図ってきた。

成形加工部品では、金型の製作方法の使い分けが進められた。要求される仕上がりにより直彫

り・鋳型・電鋳などが指定され、表面処理と関連したヘヤーライン、シボ加工が導入されていった。また材料も必要な耐熱特性によりグレードの指定、バージン材・再生材・その比率の指定などコストとの関係から最適な組み合わせを求めてきた。一方、成形後の表面処理にもホットスタンプ・印刷・スパッタリング・無電解メッキ等が次々導入され、高級感を経済的な材料を使いながら実現してきた。さらに成形品の代わりに、ポリカーボネートのシート材などを、印刷と組み合わせて使用したり、指紋対応処理を表面に施し、油脂による変質の防止にも成功している。

2.7.4 照明技術の変化

照明技術にも大きな進展がみられる。光源にはタングステンランプが使われている。しかし、光は、自由にセット内部を飛び回る。そのため光が前面の不必要な部分までに漏れてくる。この現象は漏光と見なされ、商品価値を落とすものとされていた。しかし、これを積極的に利用しようと考えた技術者がいた。夜間、セットの操作ボタンやカセットカートリッジの挿入位置を分かり易くすることができると、逆転の発想をしたのである。その発想が生かされ新製品に適用され量産に移された。しかし、量産品の検査段階で不良品扱いをされてしまった。設計の意図が現場まで良く伝わっていなかったこともあるが、検査担当者の目には、やはり、欠陥として感じられた。光に均一性が欠けていたのである。これを契機に、エッジライトに導光板の利用が確立され、さらに導光板はボタン周辺の文字照明に利用されるようになってきたのである。

セットの小型化に伴い、狭い空間で均一の光を所定の場所に導くことは、重要な技術であり、導

光板の設計にシミュレーション技術が検討されるまでになってきている。その背景には、若い技術者の豊かな発想に源を見つけ出すことができる。

図2.26にシミュレーションの例を示す。

夜間の操作性を更に向上させるため、ボタンそのものに文字を形成し、それに照明を施す技術も開発された。透光メッキ、2色成形とメッキの組み合わせ、ポッティング、レーザ加工などがボタンそのものの製造過程に導入されるなど、表面处理、加工方法にも進化の跡が見られる。

光源も、ランプのみならず、LEDも追加された。長寿命と低発熱、発光色の特徴を生かし、照明面積の小さい所に利用が進み、豊かな色彩照明を実現している。

2.7.5 フィーリングと使い易さを目指して

セットの操作は、指先で行われる場合が多い。また、指先の感じ方も微妙である。いわゆる、操作フィーリングの改善にも技術陣は挑戦してきた。特にスイッチのストロークと力の関係が密接にフィーリングに影響があることに着目し、数多くのサンプルを使い、ブラインドテストを繰り返した

がらデータを集め、統計処理により適正値を見つけ出すことも進められてきた。これらは基準化され今日の設計作業のなかで生きている。

人間の持つ感性は、豊かで奥が深い。また、日々学習効果により高められている。従って、我々が全てのユーザを満足させるレベルに到達することは不可能かもしれないが、車の中でより使い易く、安全性を阻害しないよう努力を続ける必要がある。最近では、周波数表示など、情報を伝えるデバイスに蛍光表示管やLCDが使われている。特にTFT型LCDがテレビのディスプレイとして車の中に持ち込まれてきた。明るい環境で見易くするには、均一で明るいバックライティングが必要であり、周囲の明るさに連動したライティング制御も避けて通れない。またスペースの有効活用のため、操作部を兼ねなければならなくなっている。現在はまだその入口に入りかけた状態にある。図2.27に前面表示部に操作スイッチが組み込まれた当社の最初のセットを示す。これから先も今まで培って来た技術とノウハウを生かし、新たな発想によるより見易く使い勝手のよい製品に挑戦してゆきたいものである。

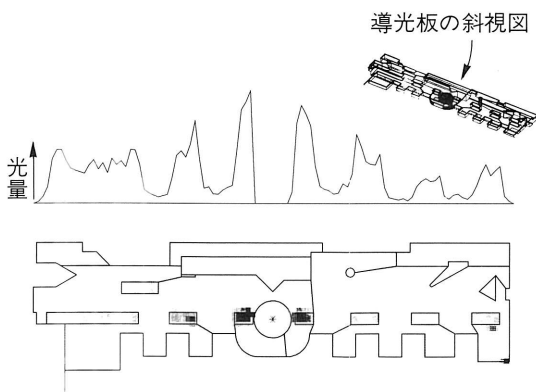


図2.26 照明シュミレーション実施例

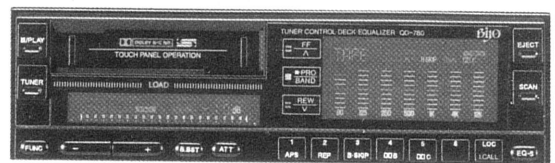


図2.27 タッチスイッチを採用した
Q D - 780の前面部

2.8 システム化商品の進展と将来展望

2.8.1 システム化の進展

カーオーディオにシステム性が求められるようになったのは、オートラジオにカーステレオが加わってからである。ラジオ、カーステレオを同時に聞く必要はないため、スピーカの共用化、電源の切替を行う単純なシステムから始まった。

時代と共に、カーオーディオの高級化が進み、コンポーネントタイプが車の中に持ち込まれてから、本格的なシステム性が求められてきた。

コンポーネントタイプの最初のモデルであるコンボE、次のモデルであるニューコンボEは、システム性の面ではまだ単純であった。昭和55年にバイヨシリーズの製品化を図った時からシステム性の追求が始まった。図2.28にシステム化製品の流れを示す。

バイヨは、チューナ部、カセット部、グラフィックイコライザ部、アンプ部、スピーカ部のそれぞれが、コンポーネントとして製品化された。ユーザの好みや予算に応じて、好きな組み合わせが可能なような対応が必要となり、各コンポーネント間の互換性を維持しつつ、コントロール系の矛

盾を回避する配慮が不可欠であった。

広範囲にわたる検討の末、将来の技術発展に対応可能なように、13ピンのコネクタでコンポーネント間の接続をするようシステムが設計された。図2.29にシステムの信号、電源経路図を示す。

このシステムは10年間近く使用されてきたが、システムを構成するユニットの種類が増加し、ユーザの欲求が高度化するに従い対応が困難な状況になった。

昭和60年には、コンポーネントにCDプレーヤが追加された。CDは、ディスクの中に音楽のみならず文字データが記録されている。文字データをディスプレイに表示することで、ユーザにより便利さを提供できるようになってきた。また、CDオートチェンジャが登場すると、制御の内容がさらに複雑となってきた。

一方、ユーザの間からは、メーカー間でのコンポーネントのシステム互換性の要望も出されるようになってきた。信号系、電源系、制御系、それぞれに、従来の考え方を大きく変えねばならなくなってきたのである。

このような背景があり、当社のコンポーネント

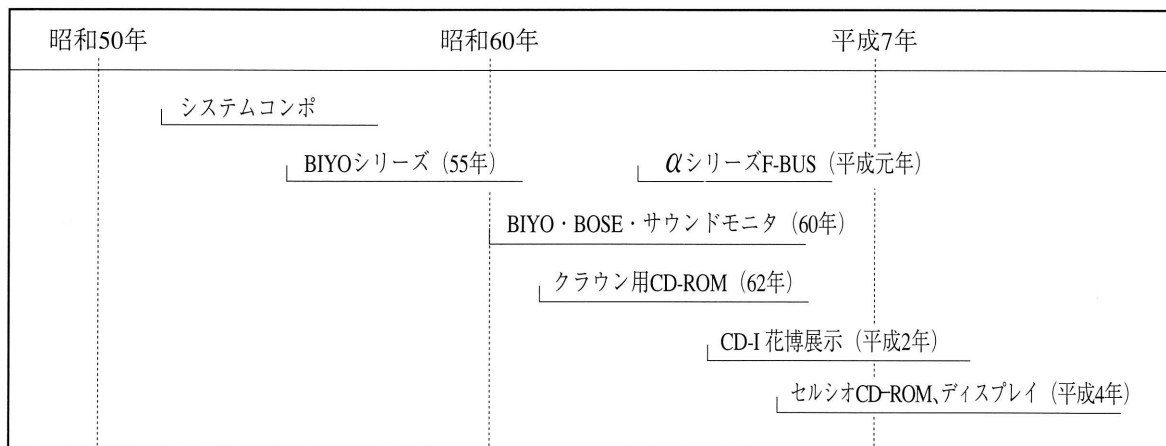


図2.28 システム製品の流れ

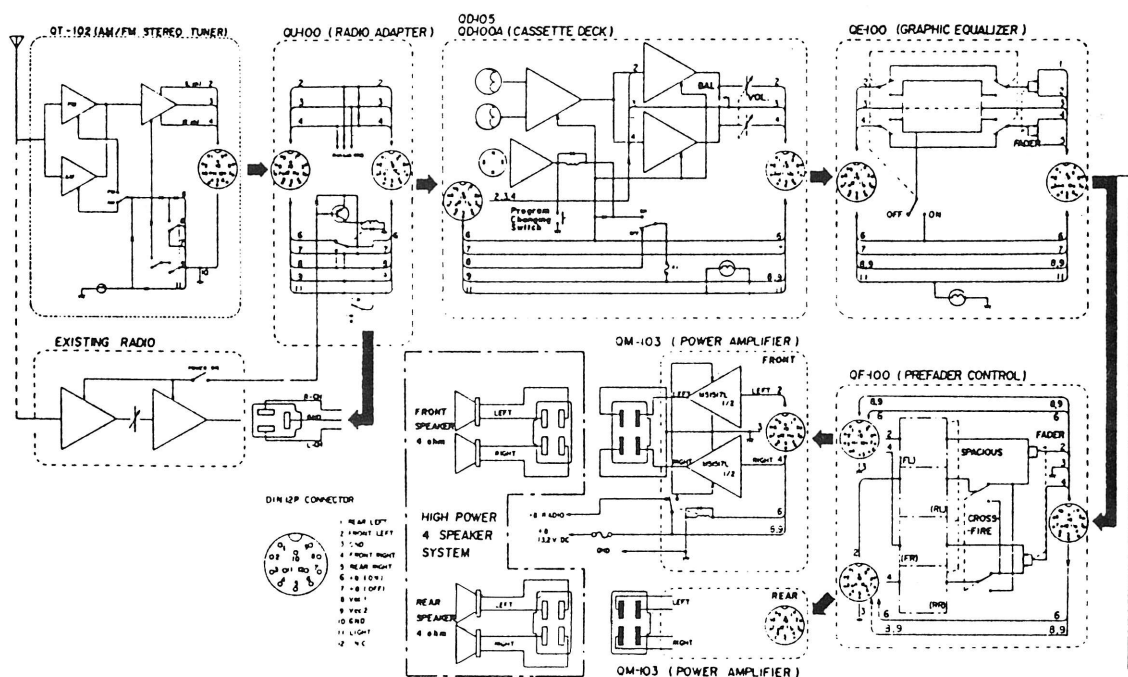


図2.29 バイヨシリーズの信号・電源経路図

システムはバスラインで結ばれるよう転換し、F-BUSの誕生をみることになり、現在に至っている。

CDの登場は、自動車の中にも大きな変化を見せ始めた。トヨタ自動車では、ソアラに続き62年のクラウンに、CRTディスプレイが装備され、画像によるユーザへのサービスが開始された。当社は、CDプレーヤを含むオーディオ系全体と、CDプレーヤをROMとして兼用する画像システムに参画することになった。

トヨタ技術陣を核に、日本電装、当社のタイアップで本格的ナビゲーションシステムを、世界に先駆け実用化したのである。このプロジェクトに

において、当社は単にサブシステムを分担したに過ぎない。しかし、トータルシステムの狙い、核となる技術の把握なしにサブシステム分担はできるものではない。開発過程でサブシステムを評価するには、トータルシステム相当の代替品が必要である。技術陣はそれをパソコンで実現した。

そのソフト開発を効率よく行うため、プログラミング言語にC言語の導入が必要となったが、新人の技術者がここでも活躍した。大学時代に多少のC言語の経験があり、彼が先生役を引受け、見事に技術陣に新風を吹き込んでしまった。その後のシステム開発のレベルアップに寄与したことは、言うまでもない。

CD-ROMを車の中に持ち込むことに見通しを付けた技術陣は、次世代のシステム商品としてCD-Iを車の中で利用することに着目した。その為に、昭和61年に東京地区に技術陣の一部を移し、最先端の技術情報、ソフトの動きを把握しながら開発を進めていった。富士通をはじめ関連するソフトハウスの指導や協力により、OS、ソフトウェア技術を吸収しCD-Iプレーヤの試作機を完成させた。その開発成果は、平成2年に開かれた花の万博に出品し会場を訪れた多数のひとに利用された。また、花博協会から感謝状を贈られる栄誉を手にした。図2.30に花博での設置状況を示す。

5年間にも亘る開発努力が続けられたが、CD-Iの良さを発揮するソフト開発が進まずついには車に実用化する夢を断念せざるを得なかったのである。

2.8.2 ビジュアルのシステム化

車の中にディスプレイを持ち込む夢はかなり以前から技術陣の中にあり、昭和61年に、TFT型カラーLCDの実用化研究に踏み切った。しかし、LCDを社内で単独開発することは、不可能に近い。富士通研究所とのタイアップが最も有力と判断し、具体的な活動に入った。研究段階は順調に推移し、実用化直前まできたが、量産体制を構築するには、膨大な投資が必要である。投資を回収するだけの量をさばく見込みを立てることができず、量産化は保留状態となった。しかし、評価技術、応用技術はしっかり吸収していた。テレビ受像に関する検討も細々ながら続けられており、スプリットキャリア方式に焦点はすでに定まっていた。着々と技術的準備が進んでいたが、ビジネスチャンスはなかなか到来しなかった。



図2.30 花博でのCD-I設置状況

努力はいつか報いられるものである。セルシオのモデルチェンジを契機に、アイシンエィダブリュ株式会社とのタイアップが成立し、ディスプレイ部、テレビチューナ部、オートチェンジャ型のCD-ROM部も分担することになり、トータルシステム内での当社の占める割合が高くなってきた。量産化には、数々の苦難を伴ったが、システム化された商品の技術開発力を徐々に高め、平成4年には納入開始となった。図2.31にセルシオに使われているCD-ROMチェンジャとディスプレイ部の外観を示す。



図2.31 CD-ROM チェンジャの外観

インフォ・モビリティ時代に期待

専務取締役 竹鼻 俊夫



最近、専門家の中で使われ始めた「インフォ・モビリティ」とは、エレクトロニクス、情報処理、通信技術によって高度な自動車社会を実現しようとするものであり、当社が永年培ってきた技術はまさにインフォ・モビリティそのものといえる。

当社の主力商品である自動車用ラジオも音楽とかニュース番組を楽しむことから、最近は交通情報の受信機能もクローズアップされ、平成5年春より試験放送の始まっているFM多重放送が実用化されると一層機能が充実されてくる。

わが国でも、自動車の運行費用だけでGNPの10%以上を占めるようになっており、都市の交通渋滞が日常の出来事となった今日、社会的ロスは膨大な額になる。

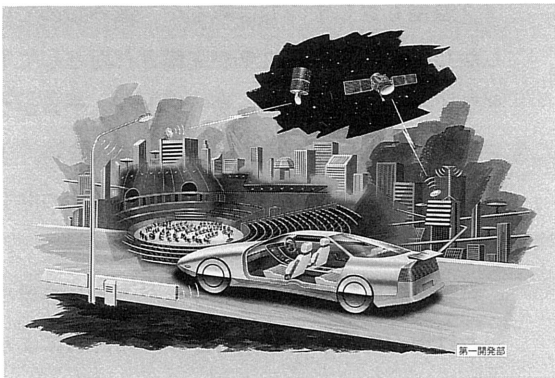
これをインフォ・モビリティ技術で解決することが当社に与えられた使命ではないだろうか。

最近は車載用のオーディオとビジュアル、通信機器がシステムとして融合されるようになり、個々の機器単体より機能・性能が飛躍的に向上され、インフォ・モビリティを実現する有効なシステムが実現できるようになり、大いに期待している。

移動体としては船舶とか航空機は運行管理が世界的な規模で運営され、必要な規格の統一も進んでいるが、自動車は民生主導型ということもあるためか、それ程進んでいない。標準とか規格の統一は関連する技術の確立と企業、国家を越えた調和が重要であるが、わが国のVICS一つをとってみても、現実

には多くの課題をかえている。企業間の競争とそれを越えた調和による早期実用化に期待したいものである。それには新しいシステムとか機器を開発する場合、本当に、ユーザに立つものであるかを見極めることが重要である。

今後、自動車社会をインフォ・モビリティ技術で一層発展させるには、当社の若い技術者が物を創造する喜びと、成功した時の感動を忘れず努力していただきたいものである。



2.8.3 トータルシステムへの貢献

クローズドシステムへの努力だけに止まらず、インフラの整備に関連した社会的システムにも当社は古くから参画している。ラジオ放送網とタイ

アップし、放送の中に特別信号を付加し、その信号を受信機サイドで検出して、交通情報が流されると自動的にユーザに知らせるシステム提案であった。当社がリーダーとなり、システム実験、受信

機の試作などを進めたが、電波技術審議会の諮問一歩手前で、地震災害予報の緊急放送システムが優先されて当社の提案は埋没してしまった。

一方では政府各省庁が主導権を握っている協議会にも実質参加を続けていた。自走協のスタート時から、現在のVICS協議会になるまでの長い間地道な活動を続けてきた。これらは移動する自動車と、外部とを電波で結び、ドライバーにきめ細かい情報提供を可能とするインフラ整備を図ることにあった。

システムの実用性、有効性など基礎検討、実験に必要な機材を当社も開発制作し、実験への参加、データ取得に大きく貢献している。その結果が評価され、ビーコンの路上設備の製作メカとして当社にも参画の道が開かれるまでになった。

ここに至るまでには、あまり社内でその活動が知られることもなく、努力を続けた技術者達もいた。ある時には、路上で基礎データ取得中に交通事故に巻き込まれ、青い顔をしたり、政府高官がシステムの見学にくることになり事前テストをしてみると路上設備にバグを発見、徹夜で他社の開発したシステムを直したり、数えきれない苦労があった。そして、いつかは報われると信じつつ、今日も黙々と努力がなされているのである。



図2.32 ビーコン路上設備

図2.32にビーコン路上設備の設置状況を示す。

2.8.4 将来のシステム化の展望

当社の発展の元となった技術は、放送波を受信し、音へ変換することにあった。その後対象とする周波数は、150kHzから50GHzまでに拡大し、音声、画像、データなどの送受信を処理する技術を保持するまでになってきている。また、磁気テープの記録再生、光ディスクの再生も技術として保有している。

我々はこれから先、車の中でより快適で、安全で、経済性に役立ち、かつ地球環境に優しさを取り戻すことが課せられている。これらの面で直接的間接的に貢献できるシステム製品を開発し提供してゆくことは、意義のあることである。当社にも責任があるように思う。以下に断片的ではあるが展望を試みる。

道路事情の悪い日本のなかで、自動車が効率良くその機能を発揮するには、ドライバーを支援する高度なシステムが必要である。そのためのインフラ整備も少しずつではあるが、進み始めている。しかし、たとえインフラが完備されたとしても、ドライバーに本当に使い易い車上システムがなくては、その効果を発揮することはできない。より良いシステムの提供を目指して要素技術の開発が着々と進められている。

自動車を運転する立場で考えたとき、必要な情報とは何であろうか？ 自分の行動目的によりその内容は、千差万別であろう。しかし、共通する要素に、自分の現在居る位置を正確に知ることと、方向を見極めることがある。これらは、GPS、ジャイロが引き続き現在より精度を上げて利用されるものと思える。図2.33に現在使われているGPSアンテナ部とレシーバーユニットの外観を示す。

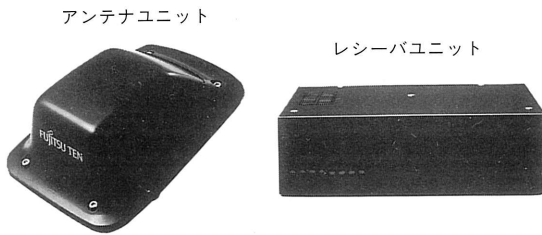


図2.33 GPS

情報の入手は、外部より供給されるものに頼らざるをえない。しかしその種類は、今後ますます増加すると考えられる。FM多重放送や、移動体向けPCM放送による比較的広範囲にわたる情報提供、ビーコンによる局地的な情報の提供は、すぐにも始められる情勢にある。その先になると衛星放送による総合情報提供サービスが開始されるかもしれない。

リアルタイム性を必要としない情報や固定的なデータ類は、パッケージメディアで提供されていくであろう。信号圧縮技術、メディアに対する記録技術、メディアとして使用する素材などには、これからも著しい進歩が予測され、大きな経済的負担を伴わずに利用できる時代が来ると思える。このような各種メディアから得られるデータを、目的にあわせて処理し運転者に知らせ、各種アクチュエータを動作させるシステム製品は無限に考えられる。どのようなシステムを構築したらよいかは、つまるところユーザの価値観により決定されるのである。しかし、音を主対象としたシステム、音と画像（文字情報を含む）の両者を取り扱うシステム、通信を主としたシステム、およびこれらが総合されたシステムに向かうのはほぼ間違いがない。

いずれにせよ我々がこれから先、注目すべき分野は、システムと人間とのインタフェースに関するものである。とくに、システムに人間が働きか

ける手段として現在のような手足によることからの開放、すなわち音声によるシステムとの対話が一つのポイントであろう。またビジュアルに頼っているシステムからのアウトプットを音による方法へ転換することにも重要な意味があるように思える。同じく、ディスプレイ自体も運転者に見易く、目に負担をかけないものへと開発を進めてゆくことになる。ヘッドアップディスプレイはその一例である。

一方、短時間にデータを処理する必要性が益々高くなってくる。そのためのデバイスの開発と、効率の高い処理アルゴリズムの研究も避けて通ることはできない。DSPによる信号処理の守備範囲はこれから一層広くなると推定される。

ダウンサイジング技術も重要な要素であるが、その一つとして、システムを構成するユニットが車のあらゆる場所に分散設置されることも考えに入れておく必要がある。車と外部との情報交換手段として、電波あるいは光の利用は必須である。すなわち、アンテナ、光センサとそれに誘起される微弱な電気信号の増幅には、アナログ技術が引き続き使用され、センサに極力近い場所にこれを設置せざるを得なくなる。そうなれば同じ場所で可能な限りの信号処理を行ってしまうことがトータルシステムのダウンサイジングに寄与できると推定される。

このように考えを進めてゆけば、我々が独自で研究開発すべき技術テーマの絞り込みや、時間軸での優先課題も見えてくるのではないだろうか。いずれにせよ忘れてならないことは、作り上げるシステムがユーザにどのように評価され、それから得られるうれしさ楽しさの対価としてお金を支払ってもらえるかを、常にチェックしておくことである。

当社には、優れた材料がたくさんころがっている。これらの材料をうまく整理選択し、豊かな発想と旺盛なチャレンジ精神で料理すれば、必ずや

新たな飛躍を遂げることができる。それが可能な若い技術者の活躍を心から期待してやまない。

