

## MBG 川越事業所の紹介

### An Introduction to Kawagoe Plant of Mobile Entertainment Business Group

田原 仁

Hitoshi Tahara

**要 旨** MBG (Mobile Entertainment Business Group) 川越事業所は、1970年にカーオーディオの開発・生産の専門工場として設立された。現在では、モバイルエンターテインメントビジネスグループの研究開発から設計・生産・品質管理までトータルに遂行するカーエレクトロニクス事業のセンター拠点である。

当事業所は「パイオニア発、世界初への挑戦」をビジョンに掲げ、「お客様価値」の創造に取り組んできた。

具体的には、車室内という過酷な環境下におけるハイファイサウンドを目指した世界初の「コンポーネントカーステレオ」の開発に始まり、「CDカーステレオ」、GPSを活用した民生用「CDカーナビゲーション」、測位精度を高めた「DVDカーナビゲーション」、オーディオ、ビデオ、情報通信と融合した「HDDカーナビゲーション」最近では、ネットワークを利用して、ユーザーの交通情報を活用して、時々刻々と変化する交通事情に対応して最適なルートの探索を可能にする「スマートループ」機能を搭載したカーナビゲーションがある。

**Summary** Kawagoe Plant as a member of the Pioneer group was established to develop and produce car audio as its specialty in 1970.

Now, it is the center plant of the car electronics business, has responsibility for all activities within the Mobile Entertainment Business Group from Research and Development through to Design, Production and Quality Assurance.

We set out to create value for customers with our vision, “From Pioneer, First in the World”.

Examples of these “value-creating” achievements for consumers include a number of world-firsts: the “component car stereo” offering high-fidelity sound reproduction even under severe in-car surroundings; the first “car CD player”; the industry’s first commercial use GPS(Global Position System) “CD-based car navigation; realizing highly accurate positioning, “DVD-based car navigation system”; integrating audio, video, information and communication, “HDD-based car navigation system”; and more recently, the new form of car navigation system with the “Smart Loop” function which allows users to generate the most suitable route based on constantly changing traffic congestion information regularly delivered over a mobile phone network.

キーワード : MBG, 川越事業所, 日本経営品質賞, carrozzeria, カーステレオ, 音場制御, AVIC, カーナビゲーション, DVDカーナビゲーション, HDDナビゲーション, ドライブブラナー, スマートループ, ミュージックサーバー

#### 1. 概要

当社は常に新しい価値をユーザに提案することを念頭に、数々の世界初、業界初の製品を市場投入し、高い評価を受けてきた。近年、カーエレクトロニク

ス分野において、最先端の技術開発を進め、AVエンターテインメントとカーナビゲーションシステムの融合を進め、モバイルエンターテインメントの可能性を大きく広げている。また、さまざまなカーエレクトロニ

クス製品を世界の主要自動車メーカーにも供給している。その技術力は世界中で高く評価されている。当社におけるカーエレクトロニクス事業の中心的な存在がMBG(Mobile Entertainment Business Group)川越事業所である。川越事業所の外観を図1に示す。



図1 MBG川越事業所の外観

川越事業所は、研究開発から設計・生産・品質管理までを総合的に遂行するカーエレクトロニクス事業のセンター拠点である。常に顧客重視、品質重視を基本に、高度な開発力と品質管理体制の中で、世界で初めて高音質・高性能のコンポーネントカーステレオを市場導入、その後、カーCDプレーヤー、カーナビゲーションなど続々と、世界初の製品を市場導入してきた。本稿では、MBG川越事業所から世界初の商品化された製品を中心に紹介する。

## 2. 各部門の活動

### 2.1 生産グループ

1970年に当事業所が設立当初より、ロボット、部品自動挿入機などによる組立・調整・検査などの自動化を積極的に推進し、品質向上と合わせて省力化も大きく進めてきた。また、グループ内の東北パイオニア、十和田パイオニアと協働で、高品質な製品を供給できる体制を構築した。東北パイオニアでは、DVDメカ・CDメカ・カセットメカ・カースピーカーなどの生産を、十和田パイオニアではDVD・CD用のピックアップなどを生産している。

近年、当社は生産のグローバル化を進め、世界各地に生産拠点を置き、高品質な製品を全世界に供給できる体制を構築している。アジア/中国/北米/欧州の各地域にR&Dセンターを設置し、現地設計/現地調達を行っている。

### 2.2 生産技術

高性能・多機能化するカーエレクトロニクス業界

の中で顧客に対して常に世界初の商品を高品質に提供するためには高度な生産技術と、能力の高い製造現場が要求される。

これを実現するために、製造現場での効率良い組立方法、検査方法を検討し、試作を行い、検証、確認、修正を行い、量産に適した設計、効率の良い工程に仕上げる、すなわち工程設計業務を遂行している。また、市場・顧客からの品質・コストに対する要求に応えるため、新たな工法、コストダウンへの取組、設備開発、検査技術などの取組をしている<sup>(1)</sup>。優れた生産技術の例としては、高度な組立技術によるDVD/CD用のピックアップを高効率に生産する省力化システム、また、国内外の自動車メーカーから純正指定を受け、厳しい品質にも応えられる製造技術が構築されている。

### 2.3 品質保証

製品の企画・開発から生産・サービスまで、全てのプロセスで、高い品質レベルを実現するために、使用環境に基づく品質基準を設定し、評価を行っている。

グローバルでの品質活動をスムーズに行うため、全世界の拠点で自動車特有の要求を入れた品質システムである、TS-16949を取得するとともに、ITの効果的な活用による情報の共有化を推進している。例えば、全世界での各地域の気象状況を把握し、信頼性試験を行う必要がある。全世界の気象に関するデータベースの構築、試験条件の設定、故障解析などの情報も提供している<sup>(2)</sup>。

### 2.4 環境活動

より良い環境づくりのために、当事業所は、マネジメントシステムに基づき、継続的な改善活動を進めている。環境マネジメントシステムは、2002年度に認証を更新継続し、「環境配慮型製品の開発」、「廃棄物ゼロエミッションへの挑戦」、「省エネの推進」を主な環境目標として取り組んでいる。近年の重要なテーマとしては、環境負荷物質のリスクを子孫に残さないように、製品から排除する活動を全世界で展開している。

### 2.5 研究・開発

従来概念にとらわれず柔軟な発想で新分野に挑戦する気構えと最新のコンピュータ設備を駆使し、創造する場にふさわしい環境の中からユニークなアイデアを数々の新製品として世に送り出してきた。後述するAVの歴史、ナビゲーションの歴史に、研究開発の成果を述べる。常に優れた市場創造型の新製品を提供することを目指している。

### 3. 川越事業所の歴史

表1に当事業所の主な歴史を示す。1969年に東名神高速道路が全線開通し、本格的なモーターレーゼーションを迎え、カーオーディオ時代もようやく本格化し始めた1970年、カーオーディオの開発・生産の専門工場として、合理性を徹底追求した川越工場が設立され、同時に所沢工場よりカーステレオ事業部が移管された。

1975年に、世界で初めて、車の中でいい音を楽しむコンポーネントカーステレオ「KP-55G」などを市場導入した。カーステレオの市場に劇的な変化を起こした。図2に「KP-55G」の外観を示す。また、1984年に世界で初めて図3に示すカーCDプレーヤー「CD-X1」を開発し、市場導入した。

1986年に、好評を得ていた Lonesome Car-boy のブランドから、最先端の技術内容にふさわしいブランド「carrozzeria」へとブランド名を変更した。

さらに1990年には、世界で初めて市販のカーナビゲーションを市場導入した。1985年に4号館が完成し、技術陣を集結させることで最先端の技術開発を強力に推進させた。

1997年には、世界で初めてDVD搭載のカーナビゲーション、および表示部に有機EL<sup>(3),(4),(5)</sup>を搭載した文字多重チューナーを市場導入した。有機ELを搭載したFM文字多重チューナー・「GD-F1」の外観を図4に示す。

2002年には、「日本経営品質賞」(大規模部門)を受賞した。同賞は、「お客様本位」、「独自能力」、「社員重視」、「社会との調和」の四つを基本理念として経営革新を進め、「お客様価値創造」の経営を推進し、卓越した業績を生み出す仕組み、すなわちパフォーマンス・エクセレンスを追求している企業を表彰することを目的に(財)社会経済生産性本部が1995年12月に創設された表彰制度である。

「日本経営品質賞」を受賞したMBGは、「パイオニア発、世界初への挑戦」をカンパニービジョンに掲げ、徹底して「お客様価値」の創造に取り組んできた。

パイオニア・グループ全社を挙げた経営品質向上の取り組みの中で、MBG社員が一丸となって取り組んできた独自の経営品質向上活動が評価され、「2002年度日本経営品質賞」を受賞した。

2003年には、多様化するカーエレクトロニクスに対応するため、陣容の強化を進めるために、新たに5号館が完成した。

表1 MBG 川越事業所の歴史

1970	川越工場が完成、カーステレオ工場として生産開始。カーステレオ事業部を所沢工場から川越工場に移転
1975	世界初のコンポーネントカーステレオを市場導入
1984	世界初のカーCDプレーヤーを導入
1985	技術棟として4号館完成
1986	「パイオニアを追い越すのはパイオニア」という基本戦略のもとニューブランド「カロッツェリア(carrozzeria)」が誕生
1990	世界初のGPSカーナビを市場導入
1997	世界初のDVDカーナビを市場導入、世界初有機EL搭載のカーオーディオを市場導入
1998	世界初8.5GB2層搭載DVDカーナビを市場導入
2001	HDD搭載カーナビを市場導入
2002	通信モジュール内蔵型カーナビを市場導入 日本経営品質賞を受賞
2003	5号館が完成



図2 「KP-55G」の外観



図3 「CD-X1」の外観



図4 「GD-F1」の外観

## 4. カー AV の開発

表2にAV製品の世界初の製品の歴史を中心に示す。カセットテープ、CD、DVD、HDDなど、新しい技術を最先端で開発するとともに、車室内音場、カースピーカなどを研究開発し、市場に提供してきた。

### 4.1 オート・リバース・カセット・デッキ

1981年に、車の振動の中でも安定したテープ走行性能と多彩なテーププレイ機能を実現したRDD(Reel

Direct Drive)3Mコンピュータコントロール・オートリバース・カセットデッキ「KP-909G」を商品化した。RDD3Mは、両リールを直接駆動するトルク・リップレス水平対向形コアレスモーターと逆方向のキャプスタンをベルト駆動するFGサーボキャスタンモーターの3つモーターで構成した。

カセットテープの走行系は、キャプスタン系とリール系に2分されている。当時の走行系の技術開発は、ホーム用カセットデッキのクローズドループ方式に代表されるようにキャプスタン系に集中していた。一方、リール軸はキャプスタンに比べ複雑多岐な動作をし、かつきわめて酷使を受けるにもかかわらず、リール系の技術開発は行われていなかった。RDDはこの点に着目して開発され、「KP-909G」に搭載することで安定したテープ走行を実現するとともに、マイクロコンピュータを応用して多機能な選曲モード、操作性の向上を実現した。

### 4.2 カー CD プレーヤー

当時ホーム用でのCDプレーヤーの技術はかなりの完成度を実現していたが、カー用となると、温度変化への対応、耐振性など、ホームオーディオとは違う対策が必要であった。当社は、1984年に、世界で最初にカーCDプレーヤー「CDX-1」、「CDX-E1」を商品化した。十分なテストを繰り返し、真夏の車内でも十分に耐えられるように耐熱性を高めた。耐振性についても、万一、大きな衝撃で音飛びを起こしても瞬時に元の位置から再生できるラストアドレスメモリーという機能など、独自の耐ショック機構、フォローティング機構を採用し、CDのクリアーなサウンドを車中で再生可能にした。

### 4.4 マガジン式カー CD プレーヤー

1987年に、マガジン式カーCDプレーヤー「CDX-M100」を商品化した。既にホームオーディオに登場していた、当社独自の「6連奏CD」は、マガジンにセットした6枚のCDを自由にプログラムして楽しめるもので、ホームとカーでマガジンを共有できる

表2 AVの主な歴史

1975	世界初のコンポーネントカステレオを商品化
1981	RDD3Mコンピュータコントロール・オートリバース・カセットデッキ KP-909G を商品化
1984	世界で最初にカー CD プレーヤー「CDX-1」、「CDX-E1」を商品化
1987	マガジン式カー CD プレーヤー「CDX-M100」を商品化
1996	世界初、50 連奏 CD プレーヤー「CDX-P5000」、6 連奏 MD プレーヤー「MD-P100」を商品化
1997	業界初次世代ディスプレイ「有機EL」搭載 FM 文字多重レシーバ「GD-F1」を商品化
1999	・世界初の製品化「有機ELマルチカラーディスプレイ」搭載カーオーディオ「MEH-P9000」、 「DEH-P9000」商品化 ・業界で初めて高性能半導体素子 MOS FET の IC 化に成功した「Power MOS FET」を搭載した「FH-P9000MD」、「FH-P7000MD」、「FH-P6000」を商品化
2001	車載専用オーディオとして HDD & マジックゲート対応メモリスティックスロット搭載した「DEH-P999HDD」を商品化市場導入
2004	・世界初のマグネシウム振動板を採用したカーステレオスピーカ、「TS-E1796」、「TS-E1396」を商品化 ・高音質化と最適な音場空間の構築を実現した「RXRS-A9xRS-A7x」を商品化
2005	新開発の独自補正技術を搭載、安定した高画質・高音質を車室内空間に実現した 車載専用地上デジタル TV チューナー「GEX-P7DTV」を商品化

のが大きな魅力であった。プレーヤーは車のリアシートやトランクルームにセットでき、ドライブ中にCDを入れ替えることなく、長時間のリスニングや、好きな曲だけを選んで聴くことができた。

1996年には、世界で初めて車載用50連奏マルチCDプレーヤー「CDX-P5000」を商品化した。この頃から、ユーザのディスク保有枚数は年々増える傾向にあり、車中により多くのディスクをストックし、さまざまなジャンルのディスクを連続演奏したいという要望に対応した。

### 4.5 Power MOS FET 搭載&デジタル信号処理の導入

1999頃のカーオーディオ市場の傾向として、「MD市場の拡大とCDの普及によるメディアのデジタル化」、「2D一体機の比率増加」、「カーナビゲーションを含めたAVシステムの普及」などである。また、市販カーオーディオに対しては高音質再生が一層求められた。これに応えるために、業界で初めてホーム用高級単品アンプに

採用されている高性能半導体素子 MOS FET の IC 化に成功した「Power MOS FET(metal oxide semiconductor field effect transistor)」をメインユニットの内蔵アンプに採用した。業界最大級 45W × 4ch の大出力と低歪率(当社比: 約 20dB 改善)を実現し、広帯域にわたりクリアで迫力のある音楽再生を可能にした。

また、ホーム用 CD プレーヤーでは既に採用されていた深みと味わいのある高音質を実現する「レガートリンクコンバージョン」<sup>(6)</sup>、をはじめ、「5 モードサウンドエフェクター」、「13 バンドデジタルイコライザー」と「6 モード SFC」などの先進のデジタル技術を搭載し、高音質を実現した 2D 一体型メインユニットの「FH-P7000MD」、「FH-P6000」を商品化した。

MOS FET の特長は、リニアな動作曲線を備え、スイッチング歪みが発生しにくい点、連続した大電流に強く、熱暴走がない点などである。そのため高音質アンプに適していたが、作ることの難しさに加え小型化の難しさが制約となり、カーオーディオに内蔵することはできなかった。この困難を克服し、IC 化に成功した。現在ではさらに性能を向上させ、「50W × 4ch」を実現した Power MOS FET の内部拡大を図 5 に示す。

レガート・リンク・コンバージョンは音楽信号が時々刻々変化する時間軸上の信号であることを考慮し、かつ原音の特性を補間演算アルゴリズムに導入し、原音を推定し、帯域制限以前の原音に可能な限り近似して再生することで自然な音楽を実現する方法で、当社独自の技術である。

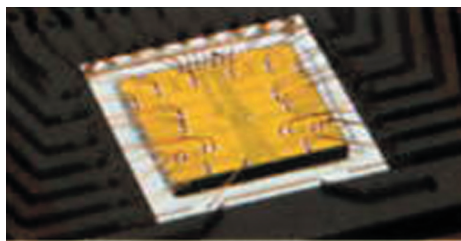


図 5 50W × 4ch・Power MOS FET の内部拡大

#### 4.6 マジックゲート対応メモリースティックスロットと HDD を搭載したカーオーディオ

2001 年頃には、PC の世界を中心に MP3(MPEG Audio Layer 3) に代表される圧縮オーディオの普及、またポータブルオーディオを中心にメモリースティック<sup>(注1)</sup>などのシリコンメディアが音楽メディアとして登場し、さらに CD や MD のチェンジャーなどで対応してきた多数枚の長時間演奏機能などの大容量、小型化、利便性が要求されてきた。このような要望に応じて、

業界で初めて、車載専用オーディオとしてマジックゲート<sup>(注1)</sup>対応メモリースティックスロットと HDD を搭載した「DEH-P999HDD」を商品化した。

車室にサウンドライブラリーを作り出すミュージックサーバー機能<sup>(7)</sup>を装備し、さらに、マジックゲート・メモリースティックを採用することで、他のメモリースティックに対応した機器との音楽データの相互再生を可能にし、音楽ネットワークの世界を広げるなど、新しい音楽ライフを提案した。なお、著作権保護のために、マジックゲートを用いた鍵管理システム、コンテンツの暗号化、SDMI(Secure Digital Music Initiative)の規格に準拠したウォーターマークによるスクリーニング、SCMS(Serial Copy Management System)などに対応した。

#### 4.7 カースピーカ

カー用のスピーカは、狭くて温度変化が激しく、騒音、振動に包まれた過酷な空間で音楽を再生しなければならない。そのため確固たる設計ポリシーと数々のノウハウが要求される。当社は、ホームオーディオ同様にスピーカのキーパーツである振動板そのものから自社で生産する体制を整備し、設計ポリシーを確実に製品に反映している。

高中域の振動板としてマグネシウムは、低比重、高剛性かつ減衰性能が高いため、振動板としては理想的な特性を持つ。その反面、薄肉成形が困難で、錆びやすい性質を持っているため、従来の製品では採用されていなかった。難しいとされてきた薄肉成形および防錆処理技術を世界で初めて確立したマグネシウム振動板<sup>(8)</sup>は、滑らかな中高域再生を実現した。2004 年に、マグネシウムドームトゥイーターを搭載し、ウーファーには、パルプをラミネートするハイブリッド構造の採用により、高剛性と適度な内部損失で、軽量かつ高剛性という優れた性質のケブラー R・繊維を使用した高音質振動板「ハイ・アコースティック・ファイバーコーン」を採用した「TS-E1796/TS-E1396」などを商品化した。図 6 に「TS-E1796」の外観を示す。



図 6 TS-E1796 の外観

#### 4.8 車室音場システムの開発

1985年頃からすでに理想のカー音場空間を求める研究開発は進められていた。車特有の音響特性を測定し、低音、中音、高音をそれぞれ最適のレベルに補正し、乗車人数によっても音を補正するAE(Acoustical Environment)システムが登場し、専用のスピーカも開発された。また、走行中のノイズの大きさに応じて、音量と低中高音のレベルをそれぞれ自動的にコントロールするASL(Automatic Sound Levelizer)なども実用化された。さらに、デジタル信号処理技術を導入することで、ASLの性能を向上させた<sup>(9)</sup>。

さらに、理想の車室音場を追求した。車室は、狭さ、聴衆位置の非対称性などにより、音楽再生に適した空間ではない。しかし着座位置が定まっていることから、音響研究に基づいて、適切な制御を行うことで、車室の音響的課題を克服するためODR<sup>(10)</sup>(Optical Digital Reference)システムに基づいて理想の車室内音場を可能にした「RS-A9x」、「RS-A7x」を商品化した。

ODRは車室音響特性研究成果をベースに、オーディオ信号を光デジタル伝送し、DSPによるデジタルチューニングで理想の車室内音場を作り上げ、高音質再生を実現することである。

車室の音響的課題を表3に示す。これを克服するために図7に示す音場制御機能を搭載した。

「RS-A9x」、「RS-A7x」は、各スピーカーユニットに最適な再生帯域を与える「クロスオーバーネットワーク」や車室内音響特性の乱れを補正する「イコライザー」などのデジタル信号処理に、位相制御が自由で、演算誤差が少ない「FIRフィルター」を採用することで、自然で定位と豊かな音場を再生可能にした。

#### 4.9 車載専用地上デジタルTVチューナーの商品化

2005年に、図8に示す、安定した高画質・高音質を車室内空間に実現した車載専用地上デジタルTVチューナー「GEX-P7DTV」<sup>(11)</sup>を商品化した。本製品は、ハイビジョン放送とワンセグ放送の両方式を受信可能



図8 TVチューナー「GEX-P7DTV」の外観

表3 車室の音響的課題

- |               |                           |
|---------------|---------------------------|
| 1. 狭い空間としての問題 | ① 直接音と反射音の干渉              |
|               | ② 固有振動による音質の乱れ            |
|               | ③ 近接反射音主体で響きの少ない音場        |
| 2. ステレオ再生上の問題 | ① 左右スピーカの聴衆者に対する偏り        |
|               | 音像の偏り                     |
|               | 音場感・ステレオ感の劣化              |
|               | ② 各帯域のスピーカの取付位置に自由度が少ない   |
|               | 音域による音場感・ステレオ感のばらつき       |
| 3. 走行騒音の影響    | ① マスキング効果による小音量音楽の聴き取りにくさ |

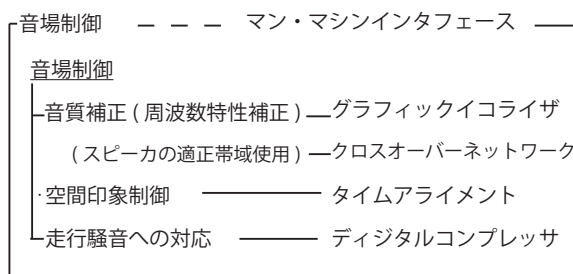


図7 音場制御機能

にした。移動体でも良好な受信を可能にするために、2チューナーキャリア合成ダイバシティ、および画像・音声のエラー補正技術を可能にしたメディアプロセッサを搭載した。

日本のデジタル放送では、変調方式にマルチパス特性に優れているOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex)を採用しており、移動体受信を考慮した放送になっている。しかし、固定受信向けのハイビジョン放送は64QAMで変調されるためノイズに弱く、移動体受信には適していない。それを可能にするために2チューナーキャリア合成ダイバシティ方式を採用した。2チューナーキャリア合成ダイバシティ方式は、専用のOFDMデコーダを各チューナーに接続し、デコーダ間で合成し、理論受信感度を3DB向上させている。

さらに、ビルの谷間などを走行しているときや高速移動しているとき、あるいは弱電界エリアでの受信では、受信条件によっては、映像の乱れや音切れなどが発生する。この問題を解決するために、エラーコンシールメント技術「デジタルリバイズエンジン」<sup>(12)</sup>を開発し、この技術を搭載した。

デジタルリバイズエンジンは、MPEG-2 TS のTS パケット単位でエラーを特定し、エラーコンシールメント処理を行う技術である。

ビデオのエラーコンシールメントは、現在のフレームにおいて、フレーム内にエラーがあるかどうかを判定し、エラーブロックが存在した場合、直前のフレームに対して

1. 動きが少ない映像
2. シーンチェンジした映像
3. パンしている映像

の3つのパターンに判別し、それぞれの映像にあわせて適応的にコンシールメントをする。

オーディオの場合は、過去数フレームのPCM データから IIR フィルタで残響音を生成し、これに窓関数を掛け、AAC デコードで IMDCT 処理後のPCM データと合成することで聴覚上の違和感を減らしている。

## 5. カーナビゲーションの開発

1990年にGPS(Global Positioning System)を用いた市販用カーナビゲーションシステムを世界で初めて商品化した。当初は、航法の開発、測位精度の向上、地図描画性能の向上、経路誘導など、実用面の開発が主流であったが。最近では、通信との融合、エージェント技術の適用、スマートループ構想など応用面へとシフトしている。表4にカーナビゲーションシステムの主な歴史を示す。

### 5.1 航法の概要

現在位置や目的地の方向などを自動的に知ろうとするカーナビゲーションには、2つの方式がある。1つは推測航法で、現在位置を入力した後、車の進む方向を認識する方位センサと、車の移動した距離を検出する距離センサを使用して、現在位置を算出していく方式である。これに対して、GPS衛星やビーコン、サインポストといった地上施設を利用し、絶対位置を測位するのが電波航法である。

1987年頃<sup>(13)</sup>、各自動車メーカーから高級車に製造工程で取り付けられるラインオプションとして、限定された車種に採用されたカーナビゲーションの自車位置検出は推測航法が主であった。推測航法の構成ブロックを図9に示す。推測航法では、現在の自車位置を入力後、車に取り付けた車速センサ、方位センサより、車の移動距離と進むべき方向を得て、現在位置を算出して、ディスプレイ上の電子地図に表示している。各センサは車の「相対位置」を検出している。推測航

表4 カーナビゲーションの主な歴史

1990	市販初のGPSカーナビゲーションシステムAVIC-1を商品化
1992	カーコンピュータ構想による「AVIC-G10」を商品化
1995	業界で初めて2DINサイズのボディにナビゲーション、5型液晶TV、オーディオソース(CD、チューナー、カセット)、アンプを凝縮した「AVIX-XA1」を商品化
1996	ハイブリッド航法採用の「AVIC-G70」など商品化
1997	業界初のDVDナビゲーション「AVIC-D909/AVIC-D707」を商品化
1998	大容量2層DVD-ROM、DVDカーナビ「AVIC-D919」を商品化、
1999	業界初の「携帯電話ハンズフリー通話機能」と「通信用データアダプター」を内蔵し、測位精度向上の「AVIC-D9000」、「AVIC-D7000」を商品化
2001	HDD搭載し、AVとの融合を実現した「AVIC-H09」・「AVIC-V07MD」を商品化
2002	市販カーナビゲーションとして世界初の通信モジュール内蔵型カーナビゲーション「Air Navi(エアナビ)」「AVIC-T1」を商品化
2003	世界初カーナビしながらDVDビデオや音楽CDが楽しめる「メモリーナビモード」搭載した「AVIC-DRV12」を商品化、ドライブプランナー搭載の「AVIC-ZH9MD」を商品化
2004	フィーリングプレイを搭載し、ナビゲーション/オーディオ/ビジュアルを融合し、進化した「エージェント」で、新しいカーライフを提案する「AVIC-ZH900MD」を商品化
2006	スマートループ構想の具現化(蓄積プローブ)した「AVIC-VH009」など商品化 ・カーナビゲーションを中国市場に投入(3月)、ロシア市場に導入(12月)
2007	スマートループ構想の具現化(リアルタイムプローブ)した「AVIC-VH099G」など商品化

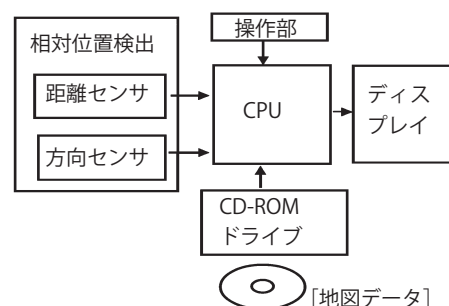


図9 推測航法の構成

法では、センサから得られる情報に多少の誤差を含む。したがってそのまま計算して求めた現在位置は不正確なものになるので、地図情報から『車は道路上を走行しているはず』という前提のもとに、交差点や道路形状に従い自動的に位置修正(マップマッチング)を逐次行っていく方式である。

これに対して、GPS(Global Positioning System)衛星やビーコン、サインポストといった地上施設を利用し、絶対位置を測位するのが電波航法である。

## 5.2 GPSを用いたカーナビゲーションシステム

1990年に、当社から世界で初めて一般市販用として商品化された「AVIC-1」<sup>(14),(15),(16),(17)</sup>の航法はGPSを用いた電波航法である。GPSからの電波を受信し、自車の「絶対位置」を算出し、ディスプレイ上の電子地図に自車位置を表示する。この方法は、最初に自車位置を入力する必要がない。電波航法の構成を図10に示す。

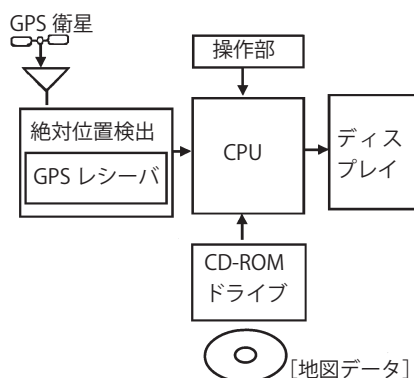


図10 電波航法の構成

GPSは米軍の軍事目的に開発されたシステムで、6軌道に各4個ずつの24の衛星が配置されている。測定原理はケプラーの法則にしたがった方程式で計算することで位置が求められる。

「AVIC-1」は、車種を問わずユーザが後付できる初めてのカーナビゲーションシステムで、取付の容易さ、購入のしやすさを考慮にいれ、さらに「Carrozzeria」の高級AVシステムの発展形と位置付けて、移動する総合エンターティメント情報システムの色合いが濃いシステムであった。外観を図11に示す。

1992年にカーコンピュータ構想による「AVIC-G10」を商品化した。本機は、CD-ROM・「ロードナビゲーター」で機能アップを可能にした。将来的な機能アップを、ハードはそのままソフトの買い換えと拡張ユニットの追加で実現する方式を採用した。



図11 AVIC-1の外観

## 5.3 多衛星測位方式で測位精度を向上

1994年には、自動で目的地までの道路案内、最大8個の衛星の電波を同時に測位計算して絶対位置の測定精度を高めたGPSマルチカーコンピュータ(マガジン式)・「AVIC-G9」、GPSカーコンピュータ(1DINサイズ)・「AVIC-X77」などを商品化した。これらのカーナビゲーションシステムは、トンネルなどで衛星電波が途絶えたときジャイロと車速パルスで測位する自立航法方式に自動的に車速パルスを切り替えるGPSリリースユニットを接続することで、常に、自車位置を表示可能にした。

前述したようにGPSは米軍の軍事目的で配置されたもので、カーナビゲーションの測位に使用するコードは、意図的に測位精度を落としているため、測位精度は100メートル以内である。測位精度を向上させるために、最大8衛星までの測位データを用いる多衛星測位方式<sup>(18)</sup>を採用した。

GPSの測位データは、衛星が4個の場合、3次元測位として1個のデータが得られる。5個の場合は ${}^5C_4$ で5個の測位データ、8個の場合、 ${}^8C_4$ で70個の測位データが得られる。多衛星測位とは、5個以上の衛星から得られた測位データから現在位置として一番正しいであろうと推測される測位データを求めることである。なお、一度捕捉したGPS電波がトンネルなどで途切れた場合でも予測軌道計算を高速で行い、短時間で再度捕捉するピンポイント・サーチ機能も実用化された。

## 5.4 ハイブリッド航法の採用

1996年には、多彩な情報が記録されているCD-ROM・「ロードナビゲータIV」をフルに活用できるジャイロを内蔵するとともに、VICS(Vehicle Information and Communication System)受信機を接続可能としたGPSカーコンピュータ「AVIC-G90」GPSカーコンピュータ「AVIC-G70」を商品化した。これらには、



GPSで絶対位置を検出、ハイブリッドジャイロセンサーで「相対位置」を検出し、マップマッチングを用いて測位精度を高めるハイブリッド航法を搭載した。ハイブリッド航法の構成を図に示す。さらに、交通規制を正しく反映した経路探索を実現するために、ダイクストラ法をもとに「リンクダイクストラ法」<sup>(19)</sup>を開発した。

ハイブリッド航法<sup>(18)</sup>は、絶対位置はGPSより、測位精度100メートル以内の精度を、D-GPSからの誤差情報で補正することにより、絶対値を1～10m以内を得ている。さらに高速道路などではビーコンから得られる情報で信号を修正することで測位精度を上げている。

相対位置は車に搭載されている車速(トランスミッションの機械的回転から得る)、方位(ジャイロなどのセンサ)、高さ(加速度計から得る)から走行軌跡を求め、相対速度を求める。

それぞれ求めた絶対値と相対位置と記録されている道路形状とマップマッチングを行い、現在位置の測位精度を高めている。ハイブリッド法の構成を図12に示す。

マップマッチングには、可変複数候補方式<sup>(18)</sup>を採用した。マップマッチングは、センサーなどの誤差により電子地図上の道路から、車の位置が外れないように補償する方法で、一般的には、複数候補方式がある。この方式は、マップマッチングで表示されている候補以外に幾つかの自車位置の「候補」を内部に保持し、万一表示している自車位置が誤りであることが分かったときは2番目に確からしい「候補」の位置を表示することで、常に正確な位置を表示可能にする一般的な方法である。この方式は、誤った自車位置を表示しても正しい位置への復帰が短時間で行える。可変複数方

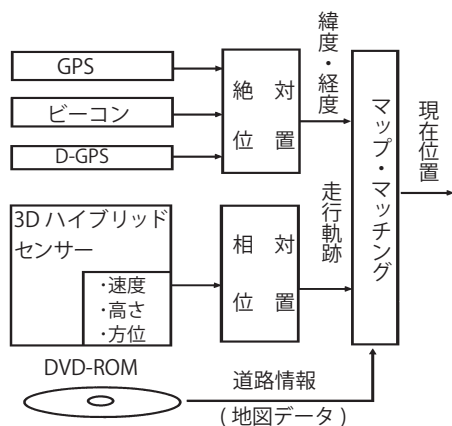


図12 ハイブリッド航法の構成

式は、内部保持する「候補」を1から無限大とし、郊外や高速道路など道路密度の少ないところでは「候補」を1とし、市街地のように道路密度が高いところでは「候補」の数を増やすことで、有効に活用し、精度を高めている。

ダイクストラ法(Dijkstra's Algorithm)は、目的地と現在位置の間で自動的に経路を探索するアルゴリズムで、出発地より各交差点を探索し、最短距離を算出して目的地までの経路を探索する方法である。リンク・ダイクストラ法<sup>(19)</sup>は、ダイクストラ法を応用し、探索時間を短縮させるため、経路データの階層化を行って、階層化された経路データを用い、よりよい経路を探索する方法である。

### 5.5 DVD搭載のカーナビゲーションシステム

1997年に、世界初のDVD搭載のカーナビゲーションシステム「AVICD909」を製品化した。3次元で自在にズーム&スクロールを可能にした。また多彩な地図表示を可能にし、音声のインタフェースを内蔵し、VICS FM標準を搭載した。

1998年には、大容量2層DVD-ROM、DVDカーナビ「AVICD919」<sup>(20)</sup>を商品化した。

### 5.6 高精度測位、多彩な地図表現を実現

1999年カーマルチメディアをさらに進化させ、小型で多機能なカーナビゲーションシステム・DVDサイバーナビ「AVICD9000」を商品化した。

メインCPUに「最新32bit・RISCチップ」を採用し、専用のシステムソフトで構成したカーナビゲーションのプラットフォーム<sup>(21)</sup>を開発し、「大容量SDRAM」

安定した読取りを実現する液晶チルトサーボを用いた「DVD用液晶ピックアップ」を搭載したDVD/CD-ROMコンパチブルメカモジュール<sup>(22)</sup>により、市販ディスクのばらつきに対応した。また多彩な地図表現を実現する「新開発描画プロセッサ」<sup>(23)</sup>、性能アップした3Dハイブリッドセンサー、車速パルス、GPS、D-GPS、マップマッチングデータを一箇所ですべて同時処理する「精度専用チップ」<sup>(18)</sup>を搭載し、高精度測位を実現した。また、「VICS/D-GPS用FM多重チューナー」を搭載して基本性能を向上させた。

GPSデータとジャイロセンサーデータ間で相互補正を行い正確な自車位置を検出した後にマップマッチング処理を行う「リアルハイブリッド処理」<sup>(18)</sup>、立体交差や都市高速の出入口でも正確に道路上をトレースする「3Dマップマッチング」により測位精度を一段と高め、ドライバーズビューや10mスケールマップ

上での走行など、自転車位置のズレが許されない詳細な地図表示を実現した。

リアルハイブリッド方式<sup>(18)</sup>は、従来GPSと自立センサーそれぞれが単独で位置を算出していたのに対して、GPSおよび自立センサーがそれぞれの位置計算の過程で互いに有効なデータを活用することで位置算出精度を向上させる技術である。図13にリアルハイブリッドの構成を示す。

具体的に「GPS高度補正」について述べる。従来のGPS測位計算で、衛星の捕捉数が少なくなり、2次元測位しかできなくなると、最後に3次元測位で測定した高度データを保持し、その高度データをもとに測位計算を続けて行う手法が一般的である。しかしこの方法では、特に山道などで車両の高度が走行によって大きく変化する場所では、走行距離に比例して高度誤差が大きくなり、GPS測位誤差が大きくなる欠点がある。そこで、「GPS高度補正」では、GPS内部で保持している高度データを、3Dハイブリッドセンサーの高度方向の移動距離で補正することでGPS内部の高度誤差を減少させることで、2次元測位時の誤差を軽減させる。

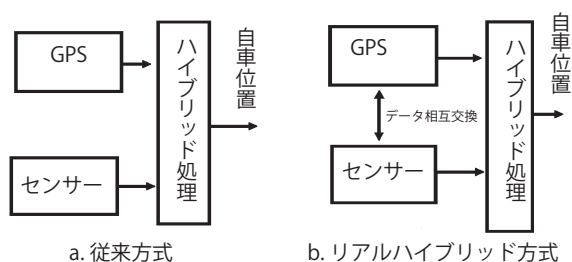


図13 リアルハイブリッド方式の構成

### 5.7 HDD搭載、AV融合のナビゲーション

2001年に地図情報メディアにHDDを採用し、ナビゲーション処理とミュージックサーバー機能を搭載した「AVIC-H09」<sup>(24)</sup>とオーディオ/ビデオコントロールを搭載した「AVIC-V07MD」<sup>(25)</sup>をインダッシュの2DINスペースに実装可能とし、カーナビゲーションとAVとの融合を実現した。本システムの構成を図14に示す。

HDDをカーナビゲーションに適用するために各種試験、評価を行った。特に車載環境下でデータの書き込みも必要であるので、振動環境下の動作実験を行った<sup>(26)</sup>。また、HDD用のプラットフォームを新規に開発し<sup>(27)</sup>、ルート探索や地図スクロールなどを高速化

するとともに、音声認識やメニュー操作など、優れた操作性を実現した。

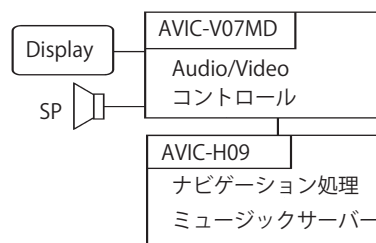


図14 HDDカーナビゲーションの構成

### 5.8 通信モジュール内蔵型カーナビゲーション

2002年市販カーナビゲーションとして世界初の通信モジュール内蔵型カーナビゲーション「Air NAVi(エアナビ)」「AVIC-T1」を商品した。

「Air NAVi」は当社初の本格的なクライアント/サーバー型のシステムで、必要な時に必要な最新情報(サーバーの持つ周辺地図や、店舗情報など)を更新できる、新しいタイプのカーナビゲーションである。

### 5.9 ドライブプランナー搭載のナビゲーション

カーナビゲーションに要求される機能は、位置精度の正確さ、ルート探索スピードの向上など実用的な性能向上が図られてきた。今後もこれらの性能向上は進められるが、実用的にはある程度満足できるレベルに達している。今後は、基本的な性能向上だけでなく、カーナビゲーションの使い勝手の向上や付加価値が求められるようになってきた。

ドライブのエンターティメント性を高める機能として、ドライブのプラン作成から、最終的な目的地に到着するまでの間、ドライバーの嗜好に合ったサポートを行うアプリケーション「ドライブプランナー」<sup>(28)</sup>を開発し、「AVIC-ZH9MD」に搭載した。

「ドライブプランナー」は「いつ」「誰と」「どこへ」という情報をカーナビゲーションに与えることで、ユーザに合った「目的地のおすすめ」、「プランの作成」、「行程の管理」を行うアプリケーションである。これらの機能3つがブロックに割り当てられ、さらに複数のDBと連携している。図15にドライブプランナーの構成を示す。

### 5.10 フィーリングプレイの搭載

2004年、「フィーリングプレイ」<sup>(29)</sup>を開発し、ナビゲーション/オーディオ/ビジュアルを融合

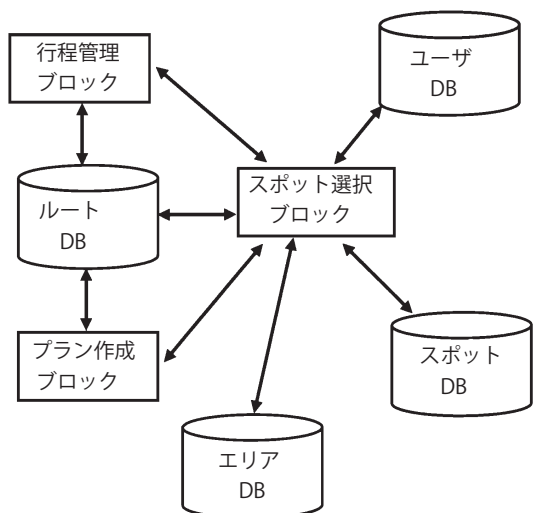


図 15 ドライブプランナーの構成

させた、HDD サイバーナビ「AVIC-ZH900MD」<sup>(30)</sup>、「AVIC-ZH900」を商品化した。

フィーリングプレイは、ミュージックサーバーに録音した曲の中からユーザーの気分に合わせて選曲、再生を行う楽曲レコメンドシステムである。

フィーリングプレイは、CDからHDDに録音する際、楽曲ごとに音楽的な特徴量を抽出し、自動保存を行う。この楽曲の特徴量を利用し、ユーザがそのときの気分やシーンに合わせて選択した検索語（明るい、ノリがいい、静かな、悲しい、癒される）に合致した楽曲を、録音された多くの曲から選択してリスト化し、再生する。さらにユーザの嗜好を学習し、各個人の好みに近いレコメンドを行うように成長していく機能である。

### 5.11 スマートループによる情報共有を実現

カーナビゲーションを取り巻く環境として、従来

のスタンドアロン型からネットワークに接続して様々な情報を取り込むオンライン型へ移行している。市販カーナビゲーションメーカーとしては、当社が唯一、オンライン型のナビゲーションを市場導入している。2006年どサイバーナビゲーションからスマートループ構想<sup>(31),(32)</sup>を打ち出し、その第一弾として蓄積型プローブに対応した。2007年度サイバーナビゲーションではリアルタイムプローブを加え、それぞれの情報を相互に最適化して活用することが可能となり、ユーザーに有用な情報を提供可能とした。

スマートループでは従来のプローブシステムで実現されている渋滞情報が得られるだけでなく、駐車場の入り口の地点のデータを共有することにより、初めて行く場所でもドア to ドアの誘導を行ったり、最近では省エネ運転の支援など、色々の可能性を有した仕組みを取り入れている

スマートループは図 16 に示すように、ネットワークを活用して、カロッツェリアとすべてのユーザがそれぞれの「知」を提供・共有することで情報における圧倒的な質と量の進化・向上を実現する構想である。

スマートループを実現する仕組みは、カーナビゲーションのストレージに蓄積したさまざまな情報を、通信機能を活かして提供・共有する当社独自のプローブシステムである。プローブ情報を収集する仕組みには、リアルタイムプローブと蓄積プローブがある。

蓄積型プローブとは、カーナビゲーションのストレージに蓄積したさまざまな情報を、リビングキットによるブロードバンド通信機能を活用して収集する当社独自のプローブシステムである。収集した車両情報やカーナビゲーションの記録情報をカーナビゲーション本体で比較的長い時間蓄積し、ブロードバンドにより Daily ~ Monthly



図 16 スマートループの構成

で大容量の情報を加工し、配信を行うことである。蓄積型プローブの構成を図17に示す。

リアルタイムプローブは、収集した走行履歴の記録情報をカーナビゲーションで蓄積し、走行時に携帯電話により少容量の情報をアップロードする。アップロードされた情報をサーバーにてスマートループ渋滞

情報に加工して配信する。図18にリアルタイムプローブの構成を示す。さらに、2008年より本田技研工業の「インターナビ・フローティングカーデータ」との相互活用により、渋滞情報をはじめとする交通状況により正確に把握できるようになった。またドライブの履歴やエコドライブ、安全運転の度合いの確認も可能

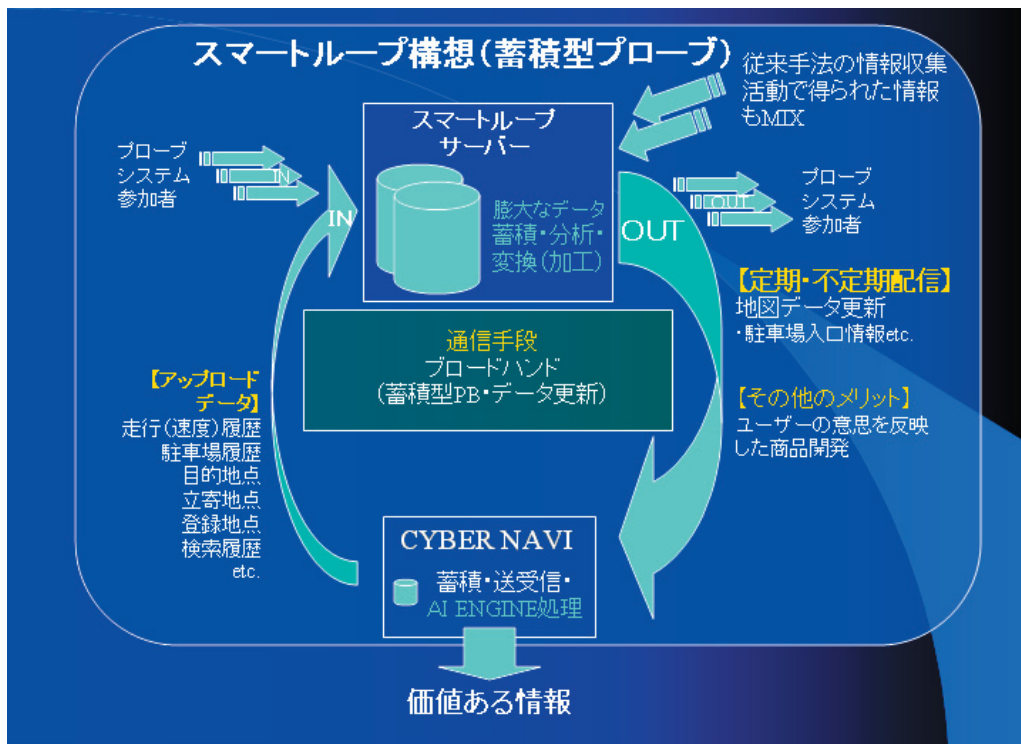


図17 蓄積型プローブの概念

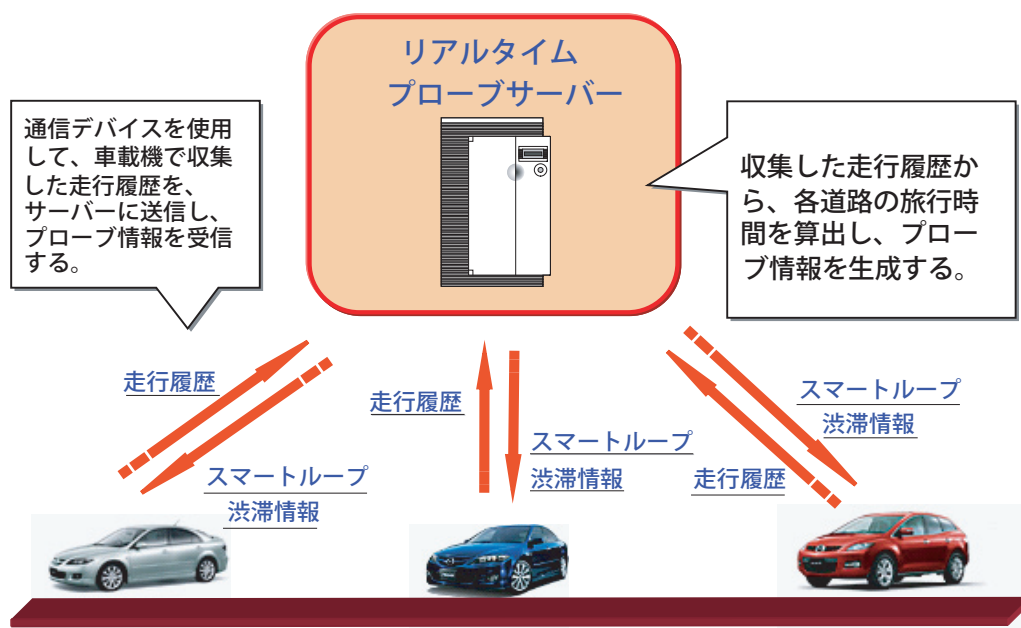


図18 リアルタイムプローブの概念

になった。図 19 にエコの状況を提供する例を示す。また、図 20a に蓄積型プローブを搭載した「AVIC-VH9000」の外観を、同図 b にリアルタイムプローブによるエコ支援なども可能にした「AVIC-HRZ009G II」の外観を示す。

## 6. OEM 事業

日本のモータリゼーションの急速な進展と自動車メーカーの差別化戦略は、カーオーディオ、カーナビゲーションのライン純正を促進し、各自動車メーカーは競って高

品質のカーエレクトロニクス製品のライン純正装着を実行し始めた。高品質でブランド・ロイヤリティの高い当社のカーエレクトロニクス製品は、このニーズに応え、1980 年代には、急速に拡大して、市販オーディオとは違った事業を形成した。OEM 事業では、常に新しい提案することを心がけ、年ごとに拡大、発展した。

自動車メーカーへの製品の納入は、品質管理の面や、生産システムの効率化の面でも当社にノウハウをもたらし、市販品の高品質化にも貢献した。また、OEM 事業では、常に新しい提案をすることを心がけている。

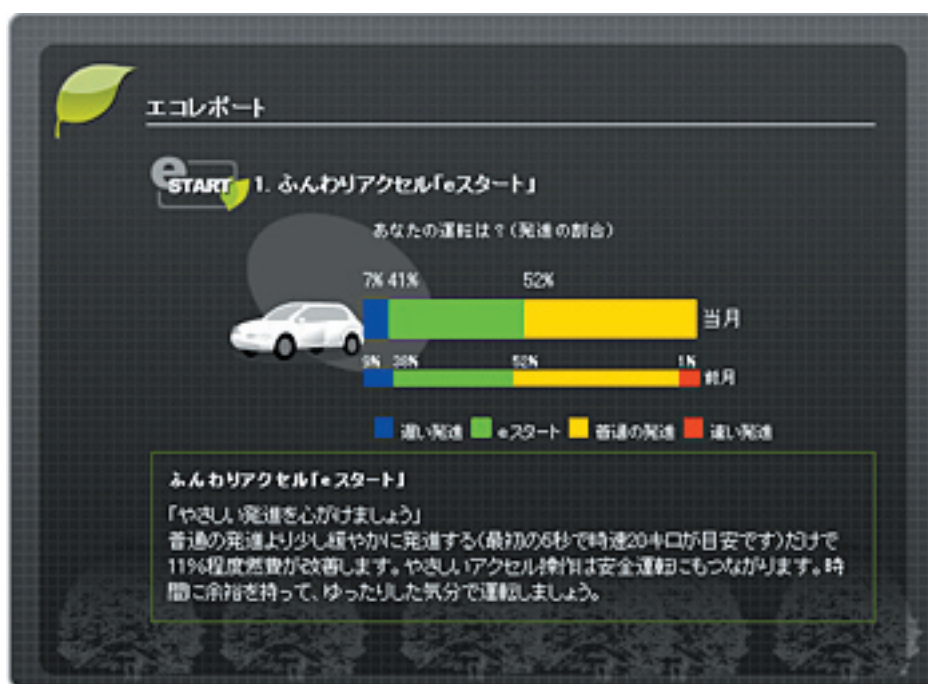


図 19 エコ状況を示す例 (当社 Web より転用)



a. 蓄積型プローブに対応した「AVIC-VH9000」



b. リアルタイムプローブに対応した「AVIC-HRZ009G II」

図 20 スマートプローブ構想に対応したカーナビゲーションシステムの外観

## 7. まとめ

MBG 川越事業所は、1970 年にカーオーディオの開発・生産の専門工場として設立された。現在では、モバイルエンターテインメントビジネスグループの研究開発から設計・生産・品質管理までトータルに遂行するカーエレクトロニクス事業のセンター拠点である。

1975 年にコンポーネントカーステレオを世界で初めて市場に導入以来、カー CD プレーヤー、有機 EL 搭載のカーオーディオ、GPS による市販カーナビゲーション、DVD 搭載カーナビゲーションなど「パイオニア発、世界初」の製品を市場導入し、高い評価を得てきた。それらの製品の紹介を述べた。

今後は、AV エンタテインメントとカーナビゲーションシステムの融合を進め、モバイルエンタテインメントの可能性を大きく広げるとともに、さらに新しい価値を創造し、お客様に提案をしていきたいと考えている。

また、一層の高品質、コスト低減にも務め、より多くのお客様に提供していきたいと思えます。

注1：マジックゲート メモリースティックおよび Magic Gate はソニー株式会社の商標です。

### 参考文献

- (1) 高橋：MEC 生産技術部の紹介，PIONEER R&D Vol.16, No.1)
- (2) 幾野：気象データの車室内環境への適用，PIONEER R&D Vol.18, No.2)
- (3) 仲田：有機 EL ディスプレイ，PIONEER R&D Vol.8, No.3, 1988
- (4) 宮口：有機 EL ディスプレイの開発状況，PIONEER R&D Vol.13, No.2, 2003
- (5) 仲田：車載用有機 EL ディスプレイの現状と展望，PIONEER R&D Vol.17, No.1, 2007
- (6) 山田：レガート・リンク・コンバージョンの開発，パイオニア技報，No.5, 1992
- (7) 野中，他：HDD-DEH のソフトウェア開発，PIONEER R&D Vol.12, No.3, 2002
- (8) 佐藤，富山：マグネシウム振動板の開発，PIONEER R&D Vol.14, No.3, 2004
- (9) 木原，他：自動走行騒音補償装置の実用化応用，PIONEER R&D Vol.9, No.1, 1999
- (10) 加藤，他：新 ODR ピュアデジタルシステムの開発，PIONEER R&D Vol.14, No.3, 2004
- (11) 内山：車載向け地上デジタル受信機の開発，PIONEER R&D Vol.17, No.1, 2007
- (12) 浅川，他：デジタルリバイズエンジンの開発，PIONEER R&D Vol.17, No.1, 2007
- (13) 植木：カーナビゲーションシステムとは，エレクトロニクスライフ，1994-6.
- (14) 本橋：GPS を応用したカーナビゲーションシステム，電波技術協会報，1991-11.
- (15) 本橋：GPS を応用したカーナビゲーションシステム，日本航海学会誌，1992-3.
- (16) 清水，飯塚：ナビゲーションと CD-ROM，パイオニア技報 No.3, 1991
- (17) 本橋：カーナビゲーションシステムの歴史と概要，PIONEER R&D Vol.9, No.2, 1999.
- (18) 金子：位置認識，PIONEER R&D Vol.9, No.2, 1999
- (19) 野辺：カーナビゲーションにおける自動経路探索，PIONEER R&D Vol.6, No.2, 1996.
- (20) 榎本，他：DVD ナビゲーションシステムの開発，PIONEER R&D Vol.8, No.2, 1998.
- (21) 金子，鈴木：カーナビゲーションシステムのプラットフォーム，PIONEER R&D Vol.9, No.2, 1999.
- (22) 佐藤，他：DVD メカモジュール「MS-1」，PIONEER R&D Vol.9, No.2, 1999.
- (23) 荒川：カーナビゲーションの描画システムの開発，PIONEER R&D Vol.9, No.2, 1999.
- (24) 本橋：HDD カーナビゲーションシステム，PIONEER R&D Vol.12, No.2, 2002.
- (25) 石津，他：AV パワーユニット (AVIC-V07M) の開発，PIONEER R&D Vol.12, No.2, 2002.
- (26) 滝沢，他：HDD のナビへの応用，PIONEER R&D Vol.12, No.2, 2002.
- (27) 松本，他：HDD ナビ用新プラットフォームの開発，PIONEER R&D Vol.12, No.2, 2002.
- (28) 市原，他：ドライブブラナーの開発，PIONEER R&D Vol.14, No.3, 2004
- (29) 児玉，他：フィーリングプレイの開発，PIONEER R&D Vol.14, No.3, 2004
- (30) 竹内，他：第 2 世代 HDD カーナビゲーションシステムの開発，PIONEER R&D Vol.15, No.2, 2005
- (31) 野中，他：2006HDD カーナビゲーションの開発，PIONEER R&D Vol.17, No.1, 2007
- (32) 佐々木，他：スマートループの開発，PIONEER R&D Vol.18, No.1, 2008

### 筆者紹介

田原 仁 (たはら ひとし)  
MBG 技術統括部