

# 車載用タイムドメイン トレードインスピーカの開発

Development of Automotive Time Domain Custom-Fit Speaker

|      |                   |
|------|-------------------|
| 柴田清誠 | Kiyosei SHIBATA   |
| 森木貴  | Takashi MORIKI    |
| 浜田一彦 | Kazuhiko HAMADA   |
| 宗亮輔  | Ryousuke SOU      |
| 津森克彦 | Katsuhiko TSUMORI |



## 要旨

当社のホームオーディオシステム「ECLIPSE TD」シリーズは、「タイムドメイン (TD) 理論」という従来とは異なる考え方を採用し、2001年4月の発売以来、家庭用という枠を超えてさまざまな分野で高く評価されてきた。また車載用スピーカとしては、2008年6月に、TD理論を適用したセンタスピーカ、サテライトスピーカ、サブウーハを開発し、車室内でもホームシアタと同レベルの音空間が実現できるようになってきた。そして今般、車室内の音作りのメインとなるドア用トレードインスピーカにもTD理論を織込んだ新製品を開発し、オールTDシステムの構築ができるようになった。本稿では、TDトレードインスピーカの商品開発の背景から開発コンセプト、それらを実現するための独自技術について説明した後、車載システム構成例とその音質への市場評価を紹介する。

## Abstract

The "ECLIPSE TD" series, Fujitsu Ten home audio system, is based on "Time Domain (TD) Theory" that is different from the conventional theory, and has been highly praised in various fields beyond the home audio use since the release in April 2001. As for automotive speakers, in June 2008, we have developed a center speaker, a satellite speaker and a tune-up subwoofer by adapting the TD theory, which provide sound space in a car with the same level as the one through home audios. In order to build an all TD system structure this time, by adopting the TD theory, we have developed a new custom-fit door speaker that is a key item to produce sounds in a car cabin. This paper explains the development background of the TD custom-fit speaker, development concepts and our unique technology to achieve them. Then it goes on to introduce the example of the automotive system structure and the market evaluation of its sound quality.

1

はじめに

当社のホームオーディオシステム『ECLIPSE TD』シリーズは2001年に発売以来、国内外のオーディオ専門誌などで高く評価され、一般のオーディオマニアだけでなく、世界の著名な音楽スタジオやトップアーティストの方々にも広く愛用されている。

2008年6月にこの技術に応用した車載用タイムドメイン (TD) スピーカシリーズ3機種 (センタスピーカ, サテライトスピーカ, チューンナップサブウーハ) を発売。車載用TDスピーカとして発売直後より高い評価を得ている。また、2009年7月に車載用TDスピーカシリーズのコアとなるドア用トレードインスピーカTDX1700を新たに発売した。

ここでは、09年モデルのTDX1700について、商品開発の背景から開発コンセプト、それらを実現するための独自技術について説明した後、車載システム構成例とその音質への市場評価を紹介する。

2 ECLIPSE TDスピーカの製品コンセプト

従来オーディオシステムの多くが、「いかに低い音から高い音までフラットに歪み少なく再生するか」という「周波数特性」を重視した開発をおこなってきたのに対し、ECLIPSE TDスピーカのコンセプトは、「いかに音の発生から消滅までの空気の動きを正確に再現するか (= 『正確な音』)」という「時間特性」を重視する考え方で開発をおこなっている。このようなアプローチで開発されたECLIPSE TDスピーカの音の特徴として、主に以下の3点が挙げられる。

- (1) 明瞭性が高まる  
(不要な響きに微細な表現が埋もれない)
- (2) スピード感・キレが高まる  
(音の立上り、立下りが素早い)
- (3) 空間再現性が高まる  
(スピーカの存在が薄れ、空間から音が聴こえる)

3

商品設定の背景

3.1 車載用サラウンドシステムの開発

近年、カーナビ需要の増加と共にカーオーディオのユーザーニーズも、従来のオーディオ機からAVNなどナビ/オーディオ一体機へと変化している。それに伴い、車室内で2chステレオ音源だけでなく、5.1chサラウンド音源を楽しむユーザも増えてきており、車室内でもホームオーディオと同レベルの臨場感、ナチュラル感といった音質面の要求が高まってきている。

この市場ニーズに応えるために、当社ホーム用スピーカ開発で培ったTD理論を適用し、車載用5.1chシステムを構

築することで、TDスピーカの特徴である明瞭性、空間再現力の高さにより、車室内という限られた空間のなかでもホームシアタと同等の迫力感、音の移動感といったサラウンド効果が得られると考え、車載用TDスピーカシステム (図1) の開発に着手した。

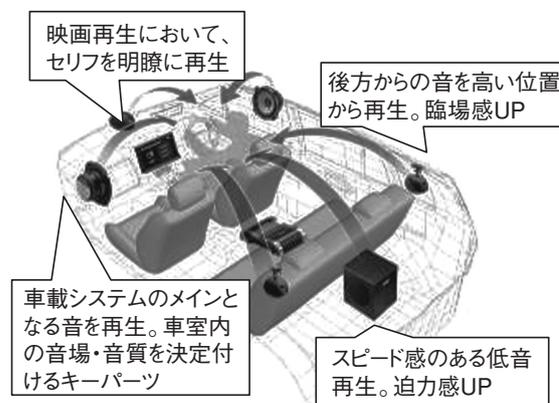


図1 車載用TDスピーカシステム  
Fig.1 Automotive TD Speaker System

そこでまず 2008年6月にTD技術に応用した車載用TDサラウンドスピーカシリーズ3機種 (センタスピーカ: TDX700C, サテライトスピーカ: TDX700S, チューンナップサブウーハ: TDX700W; 図2参照) を発売した。



図2 '08モデル車載用TDスピーカ  
Fig.2 08 Model Automotive TD Speaker

これにより、センター、サテライトスピーカには、ホームオーディオ『ECLIPSE TD』シリーズで培ったタイムドメイン構造、「グランドアンカ」<sup>1)</sup>、「フローティング構造」<sup>1)</sup>、「エッグシェルエンクロージャ」<sup>1)</sup>を織込み、スピーカ自体の固有な音や、取付け箇所の振動といった音源以外の不要な音を抑えた正確な音を実現した。また、サブウーハには、同じくホーム用ウーハTD725SW<sup>2)</sup>の技術に応用した「R2R構造」<sup>1)</sup>を採用。小口径ユニット2本の背面同士をシャフトで強固に固定することにより、各ユニットの反発力を打ち消しあい、不要振動を抑え、これまでにないスピード感の高い低音再生を実現することができた。

3.2 TDトレードインスピーカ開発の狙い

TDサラウンドスピーカの開発により車室内において純正システムにこれらをアドオンするだけで容易にサラウンド環境を構築可能となった。そこで、次のステップとしてオールTDシステムの構築を目指し、車室内で音楽や映画

の主要な部分となる帯域の音を再生するフロントドア用トレードインスピーカの開発に着手した。

### 3.3 トレードインスピーカの市場動向

#### 3.3.1 スピーカ口径

トレードインスピーカの取付位置は基本的にドアが多く、自動車の車型、メーカごとにさまざまなタイプのスピーカが搭載されている。ネジ止めピッチの違いや口径の違い、取付け深さと、取付けが制限される条件は多い。そのため、トレードインスピーカは、まず第一に、どのような車でも取付け可能である高い汎用性が求められる。現在、市販では、主にφ17cm、φ16cm、φ10cmの3種類のスピーカが発売されている。このなかで、最近の傾向として、純正スピーカの大口径化が進んできていることから、トレードインスピーカもφ17cmの装着率が上がってきている(図3)。

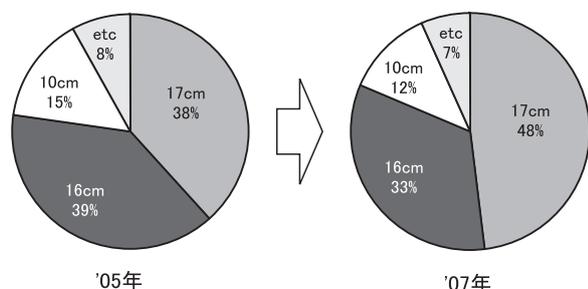


図3 トレードインスピーカの口径別装着率  
Fig.3 Installation Rate of Custom-Fit Speaker by Diameter

#### 3.3.2 他社動向

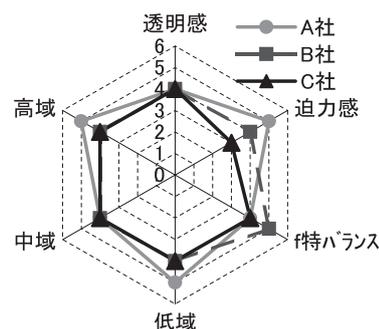
今回開発するTDトレードインスピーカは量販店向けトレードインのなかでも最上位グレードに属する。現在、各オーディオメーカから発売されている同グレードの製品仕様を表1に示す。

表1 各社スピーカの仕様比較

Table 1 Comparison of Specifications by Speaker of Each Company

|               | A社                 | B社                 | C社                 |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 方式            | 2Way<br>セパレート      | 2Way<br>セパレート      | 2Way<br>セパレート      |
| 口径            | 17cm               | 17cm               | 16cm               |
| 外形寸法          | φ156×t64<br>(4点止め) | φ156×t68<br>(4点止め) | φ160×t54<br>(多点止め) |
| 定格入力/<br>最大入力 | 40/150W            | 40/120W            | 40/160W            |
| 再生周波数帯域       | 32~46kHz           | 28~60kHz           | 28~48kHz           |
| 出力音圧レベル       | 87dB               | 89dB               | 90dB               |

また、各メーカの音質傾向について当社評価結果を図4に示す。A社は、メリハリのある明るさと迫力感が特徴的であり、全体的に上手くまとまった音となっている。B社は、f特バランスがよく、ナチュラルな音を実現している。C社は、迫力感にやや欠けるものの、全体的にバランスよい音を実現している。



評価方法

|      |  |
|------|--|
| 場所   | 弊社評価室                                      |
| パネル数 | 4名   |
| 評価方法 | スピーカA,B,Cを評価BOX(70L)に取付け、上図の6項目について聴感評価を実施 |
| 評価音源 | J-POP、ROCK、R&B、JAZZ                        |

図4 他社製品評価結果

Fig.4 Evaluation Results of Other Companies' Products

### 3.4 目標仕様

上記の市場動向を踏まえて、今回開発するTDトレードインスピーカの目標仕様を表2のように設定した。

方式としては2Wayセパレートを採用し、TD構造を有しても各車両への取付け汎用性が下がらないよう考慮しつつ低域の音質強化を狙い取付寸法を汎用φ17cmフレーム寸法に収めることとした。また、定格入力、再生周波数帯域、出力音圧レベルについては、このクラスで必要十分な値とし下記の目標仕様とした。

表2 目標仕様

Table 2 Target Specifications

|           |                         |
|-----------|-------------------------|
| 方式        | 2Wayセパレート               |
| 口径        | φ17cm (ユニット径φ16cm)      |
| 外形寸法      | φ156×t68 (4点止め)         |
| 定格入力/最大入力 | 40/120W                 |
| 再生周波数帯域   | 28~50kHz                |
| 出力音圧レベル   | 89dB                    |
| 特記事項      | TD構造の採用により、不要振動の低減 ▲50% |

さらに音質目標としては、当社はこれまで本グレードの製品設定がなかったため、前述の評価結果が最もよかったA社のスピーカをリファレンスとして図5のように設定した。狙いとして、迫力感と低域についてはシステムとして組合わされるサブウーハTDX700Wにより十分に補えると考え、ここでは、TD構造の採用により不要振動を低減することで特にトレードインスピーカの役割として重要な楽器やボーカルの透明感と中域の質感を高めることで他社との差別化をはかることに重点をおいた。

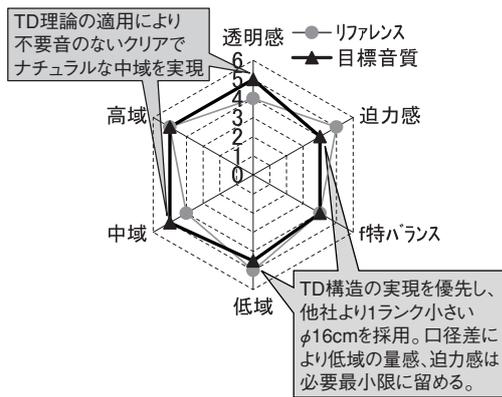


図5 音質目標  
Fig.5 Target Sound Quality

4

開発概要

4.1 開発課題

トレードインスピーカは車両ドアパネルに直接または簡単なスペーサを介して取付けられる。ドアパネルは薄く、スピーカの振動によりドアパネル自体が振動してしまい、原音が崩れ音質劣化の問題があった(図6)。また、ドアパネルには窓ガラスやハーネスなど数多くの部品が取付けられており、スピーカの振動により異音を発生させることもある。このような問題に対し、「スピーカユニットの振動を外部に伝播させない」という特徴をもつTD理論を適用すれば、スピーカの振動がドアパネルに伝わることなく、不要振動が低減され高音質化が図れると考え、TDトレードインスピーカの開発に着手することとした。

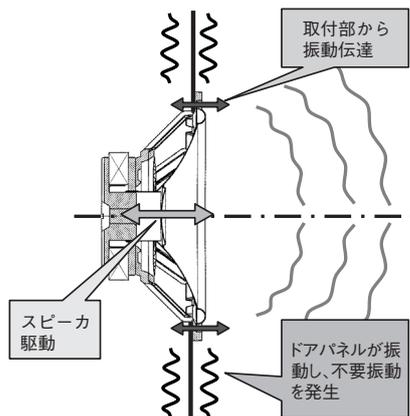


図6 従来のトレードインスピーカの駆動状態  
Fig.6 Door Panel Condition with Driving Conventional Custom-Fit Speaker

また、ドア内部は雨水の被水など厳しい使用環境における。そのような最適とはいえない環境のなかで、品質を保ち、明瞭性、空間再現性の高い「正確な音」を実現するための開発課題として以下の3点が挙げられる。

- (1) TD構造(フローティング構造)の実現
- (2) 防水性の確保
- (3) ドライバユニットのインパルス応答特性の向上

4.2 TD構造の実現

4.2.1 フローティング構造の実現

トレードインスピーカは、純正スピーカを取外して、何の加工もなくそのまま取付けられることが求められる。すなわち、ドアトリムやスピーカ周りの車両部品、ドアパネルの開口形状など取付けにかかわる物理的な制約条件が非常に厳しい。今回のφ17cmスピーカの場合、取付けの汎用性を確保するためには外形φ156×t68mm以内に収める必要がある。

そこで、取付部を含めた最大外形を上記寸法とし、ユニット径を一回り小さいφ16cmサイズとし、外周部に確保した余肉部にてフローティング構造を構築することを考えた。図7にスピーカ断面図を示す。このように、フロントスペーサとリアスペーサとの間に空隙を設け、制振性の高いクッション材を介してスピーカフレームを挟み込む構造とした。これにより、従来構造では、スピーカフレームが直接ドアパネルに接し振動伝播してしまうのに対し、フローティング構造では、スピーカフレーム自体は車両に接しておらずドアパネルの不要振動を最小限に抑えることが可能となった。

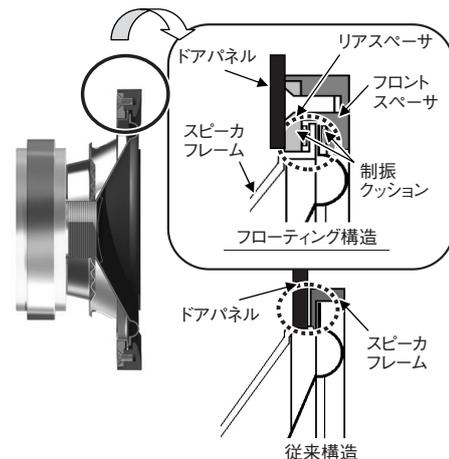


図7 フローティング構造  
Fig.7 Floating Structure

4.2.2 TD構造の優位性の検証

前述のフローティング構造を織込んだ試作サンプルにてTD構造の優位性の検証をおこなった。まず、歪率の測定結果を図8に示す。本測定では、ドライバユニットは同じものを使用し、従来構造とTD構造とは、単にフローティング構造のあり・なしのみの違いである。図から、従来構造では120Hz付近で歪が大きくなっていることがわかる。これは、スピーカの振動が取付け面に伝播し、不要振動を発生させているものと予測できる。そこで、さらに詳しくこれを検証するために、実際に車両にスピーカを取付けて、スピーカ近傍のドアパネルの振動量の測定をおこなった。結果を図9に示す。これは、定格相当のサイン波を入力したときの、スピーカ近傍のドアパネルの振動量を表している。図のとおり、TD構造は、従来構造と比較して、約1/2

のレベルに振動が抑制されており、スピーカの振動が外部に伝達されにくい、非常に制振性の優れた構造であることが確認できた。これにより、本来不要なドアパネルからの放射音が低減され、歪感の少ないより正確な音の再生を実現できるようになった。

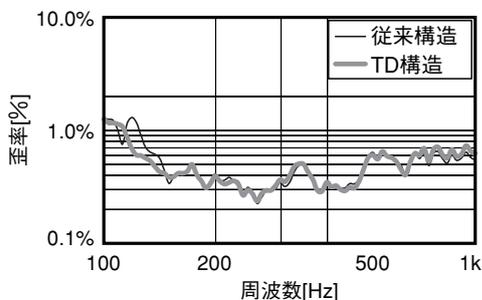


図8 歪率測定結果

Fig.8 Measurement Result of Distortion Rate

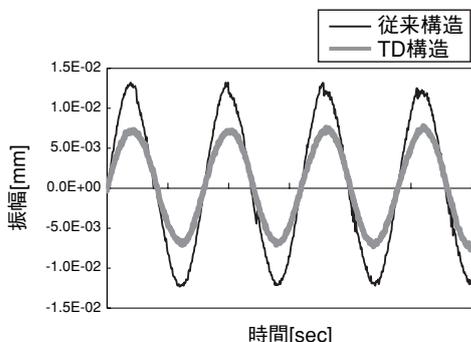


図9 スピーカ取付け部周辺の振動測定結果

Fig.9 Measurement Result of Vibrations Around Speaker-Installed Part

### 4.3 防水性の確保

ドア内部には雨水や洗車水が入り込み、スピーカ背面には大量の水が掛かることがある。そのため、トレードインスピーカは、車室内へ水漏れしないよう防水性を確保する必要がある。前述のフローティングフレーム構造では、スパーサに隙間ができており、間に制振クッションを挟みこんでいるものの防水性は不十分なため対策が必要であった。そこで、図10のように、スパーサ内周部に防水性の高い独立発泡タイプのクッション材を挟み込み、防水性を確保する構造とした。

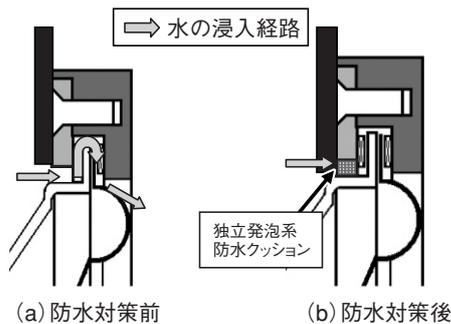


図10 TD構造部の防水対策

Fig.10 Water-Proof Countermeasure of TD Structure Part

### 4.4 ドライバユニットのインパルス応答特性の向上

タイムドメインスピーカでは、音の時間波形、すなわちインパルス応答特性がどれだけ正確に再生できるかに主眼をおいて開発されている。そのため、ドライバユニットに対してもインパルス応答特性を向上させるため、以下の開発に取り組んだ。

- (1) 振動板素材の選定 (内部損失UPによる不要振動の低減)
- (2) ダンパの前後振幅の対称性向上
- (3) 駆動力 (磁気効率) の向上

#### 4.4.1 振動板素材の選定

振動板には、軽量で、高剛性かつ適度な内部損失が求められる。ここでは特にウーハ用であることを考慮し、これまでのホーム用フルレンジスピーカに採用してきたグラスファイバ (GF) よりさらに内部損失の高い素材を選定し不要共振を抑えることに重点をおいて各種新素材を調査した。その結果、PENとテクノラ®<sup>(1)</sup>の複合繊維を採用した。これは、縦糸にPEN、横糸にテクノラ®と物性の異なる2種類の繊維を組み合わせ合わせた織布であり、それぞれの素材の長所を掛け合わせることで剛性を維持しながら内部損失を高め、ウーハ用振動板として非常に優れた物性が得られた。(図11、12)。

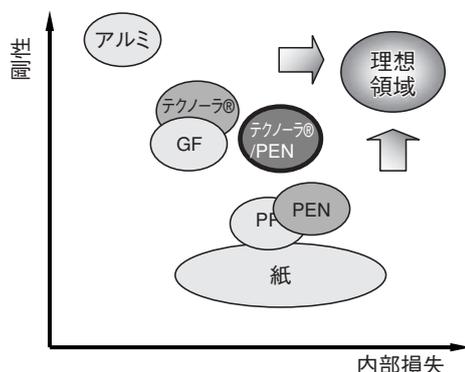


図11 振動板物性

Fig.11 Diaphragm Property



図12 振動板外観

Fig.12 Appearance of Diaphragm

\* (1) テクノラ®は帝人テクノプロダクツ株式会社の登録商標です。

#### 4.4.2 ダンパの前後振幅の対称性向上

次に、ダンパについて、音の時間波形を正確に再生するためには、前後振幅の対称性を向上させる必要がある。入力信号に対して振動板の前後振幅が正確に追従できないと、波形を歪ませてしまうためである。

ここでは、当社ホーム用スピーカTD712zMK2で開発したものと同一思想のものを採用した(図13)。これは、ダンパのコルゲーションの中央部を高くすることで、振幅時に特定の箇所に応力が集中することなく、スムーズな前後振幅が実現できる形状である。このコルゲーション形状を本ユニット径に合わせてシミュレーションにより最適化した。図14にシミュレーション結果を示す。従来品と比較して開発品では前振幅(実線)と後振幅(点線)が重なっており、対称振幅領域を最大入力以上に至るまで大幅に拡大することができた。



図13 ダンパ断面形状

Fig.13 Cross-Section Shape of Damper

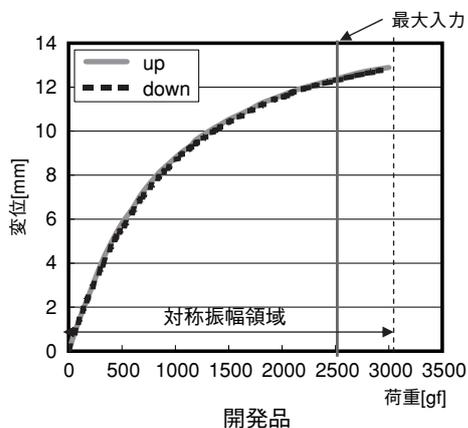
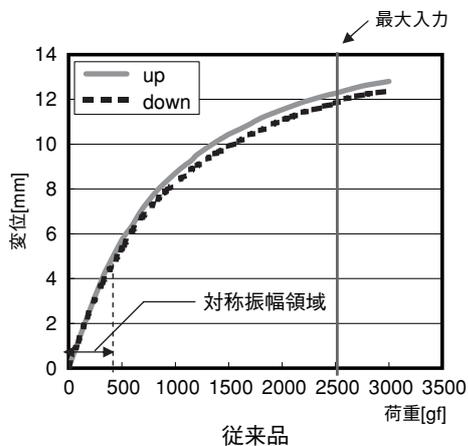
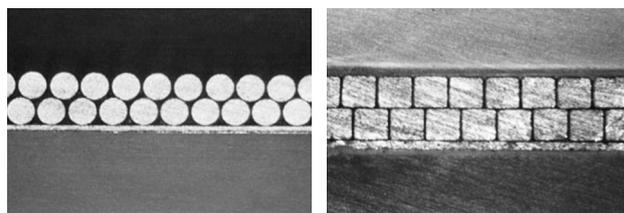


図14 ダンパの振幅シミュレーション

Fig.14 Damper Amplitude Simulations

#### 4.4.3 駆動力(磁気効率)の向上

インパルスのような立ち上がりの早い信号を正確に再生するためには、ドライバユニットの駆動力を高める必要がある。通常、駆動力を高めるためには、磁気回路の強化をおこなうが、今回、それに加えてさらにボイスコイルに真四角線を採用し磁気効率を高める方策を採用した。真四角線は、図15の断面図を見るとわかるように、通常の丸線と比較して、占積率を高め、高効率化を図ることができる。これをもとに、線形、線長、および巻き幅を最適化することで、占積率を21%UP、有効磁束を8%UPさせることができた。



従来の丸線

真四角線

図15 ボイスコイル断面

Fig.15 Cross Section of Voice Coil

#### 4.4.4 インパルス応答の検証

インパルスとは、幅0、高さ無限大のパルス波であり、理想的には、これに近づくほど原音に忠実な再生ができることとなる。開発品と従来品とのインパルス応答特性を図16に示す。図から、開発品の方が1波目の幅(A)が小さく、また、オーバーシュート(B)も小さく、よりインパルスに近い特性となっていることが確認できた。

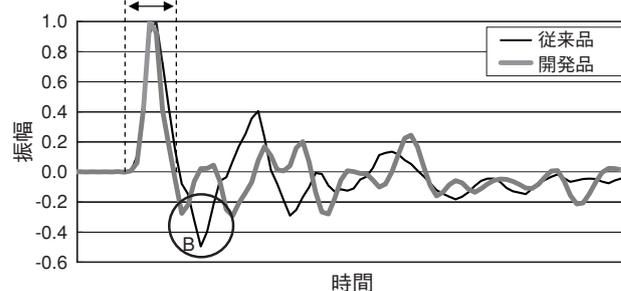


図16 従来品とのインパルス応答特性比較

Fig.16 Comparison of Impulse Response Characteristics to Conventional Product

#### 4.5 開発結果

今回開発した製品仕様を表3に示す。また、製品の周波数特性、音質評価結果、および製品外観を図17~19に示す。製品仕様は目標値を満足しており、音質についても、特に中域の質感、透明感に優れた狙いの音に仕上げることができた。

表3 TDX1700製品仕様  
Table 3 TDX1700 Product Specifications

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| 定格入力／瞬間最大入力 | 40W／120W                  |
| 再生周波数帯域     | 28Hz～50kHz                |
| 出力音圧レベル     | 89dB                      |
| インピーダンス     | 4Ω                        |
| 〈ウーハ部〉      |                           |
| 口径          | 取付: 17cm相当, ユニット: 16cm    |
| 外形寸法        | φ156 × t68mm              |
| 重量          | 約1440g                    |
| 〈ツイータ部〉     |                           |
| 口径          | 4cm                       |
| 外形寸法        | W67.1 × H67.8 × D69.3mm   |
| 重量          | 約155g                     |
| 〈ネットワーク部〉   |                           |
| 外形寸法        | W140.8 × H102.6 × D37.9mm |
| 重量          | 約313g                     |

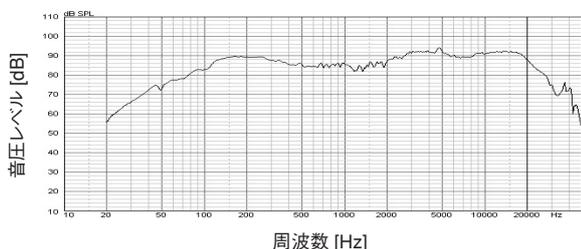
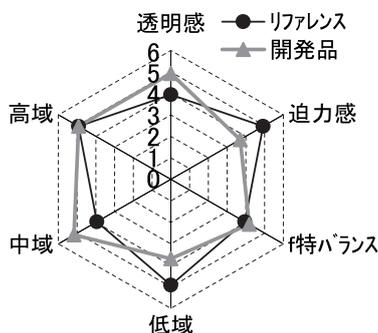


図17 周波数特性 (TDX1700)  
Fig.17 Frequency Response (TDX1700)



評価方法

|      |  |
|------|--|
| 場所   | 弊社評価室  |
| パネル数 | 4名   |
| 評価方法 | スピーカA,B,Cを評価BOX (70L) に取付け、上図の6項目について聴感評価を実施 |
| 評価音源 | J-POP、ROCK、R&B、JAZZ                          |

図18 開発品の音質評価結果  
Fig.18 Sound Quality Evaluation Result of Developed Product



図19 製品外観  
Fig.19 Product Appearance

5

車載システム構成

5.1 オールTDスピーカ5.1chサラウンドシステム

今回TDドレードインスピーカを開発したことにより、車室内サラウンドシステムとして図20のようなオールTDスピーカによる5.1chサラウンドシステムが構築可能となった。ここで、組合されるH/UのAVN779HDには、今回開発したTDX1700をはじめ、全TDXシリーズの特性を織込んだチューニングツールである「ECLIPSE TDモード」を搭載している。このECLIPSE TDモードによって、オールTDシステムの特性を最大限に引き出し、車室内でより最適なサラウンド環境をユーザが容易に設定できるようになった。

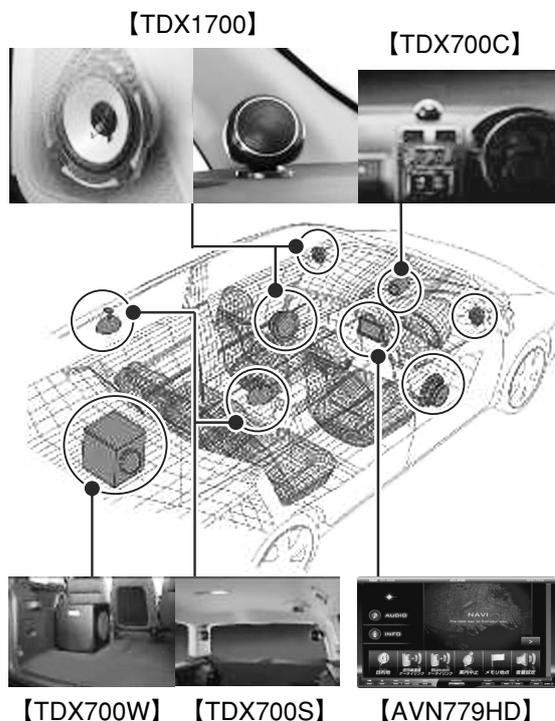


図20 オールTD5.1chサラウンドシステム  
Fig.20 All TD 5.1-Channel Surround System

5.2 実車評価

図20のサラウンドシステムを搭載したデモカーを作製し、社内での試聴評価会、雑誌社へのデモをおこなった。社内試聴会では、音響関連外の延べ72名に対し、5.1chソース（映画）および2chソース（音楽）を試聴後、一般ユーザとしての視点から率直な評価コメントを求めた。得られたコメントを臨場感、透明感、定位感、その他に分類し集計した結果を図21に示す。主なコメントとしては、特に5.1chソースに対して、臨場感がよいというコメントが最も多かった。次いで、音質に対して透明感のよさに着目したコメントが多かった。これらは、TDスピーカの特徴である明瞭性や空間再現性の高さを示しており、これにより狙いの音の実現できていることが確認できたと考える。

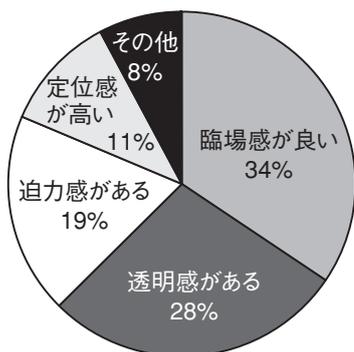


図21 試聴評価結果集計

Fig.21 Listening Evaluation Result Count

同デモカーにて雑誌社にデモをおこなった際に得られたコメントと合わせて表4に代表的な評価コメントを記す。

表4 音質評価コメント

Table 4 Sound Quality Evaluation Comments

| 社内評価時のコメント(一般ユーザ視点)  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・車室内でもまるで映画館のような環境が再現されている。</li> <li>・映画館なみの迫力がある。</li> <li>・音がすばらしいメリハリのある音。</li> </ul>                          |
| 雑誌社の方々のコメント(専門家の視点)  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・サラウンドシステムの定位感がしっかりと出ている。</li> <li>・ボーカルがクリアで前面に広がる音響空間を感じることができる。</li> <li>・音の繊細な変化が感じ取れ、鮮度の高い音が聴こえる。</li> </ul> |

6

おわりに

以上、車載用TDトレードインスピーカの開発の狙いと特徴について述べてきた。

従来のトレードインスピーカを用いて車室内で高音質を得るためには、制振材や高機能スパーサ、デッドニングなど追加加工を施し、スピーカ周りの音環境を改善する必要がある。

あった。これに対して本製品は、振動の発生源であるスピーカそのものに着目し、対策を施した。取付性も従来のトレードインスピーカと同等でありながら、高い制振性が得られ、高音質に貢献することができた。その音は車室内の音環境にありがちな、不要振動による音質劣化が極めて小さく、車室内においてもTD理論が優れた技術であることも確認できた。本製品を開発できたことで、先のサラウンド系TDスピーカと合わせて、車室内でより本格的なサラウンドシステムの構築が可能となった。車室内という狭空間を感じさせない空間再現性の高い音を、ぜひ多くのユーザの皆さまにご体感頂ければと考える。

今後、Blu-rayや非圧縮音源データ配信などメディアの進化が進むとともに、ますますスピーカをはじめとするオーディオ機器の高音質化が求められると予想される。ECLIPSEの考えるTD理論は、そのひとつの答えとなると確信している。今後も録音ソースに忠実な「正確な音」を目指してさまざまな製品を開発し、車の音作りを通じて多くのユーザに快適な移動空間を提供すべく尽力していきたいと考える。

最後に本モデルの開発にあたり、関係された社内外関係者の皆様に心より感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 柴田清誠他：車載用タイムドメインスピーカの開発，富士通テン技報52号，Vol.26 No.2 (2008)
- 2) 三木好州他：タイムドメイン理論を応用したプレミアムサブウーハの開発，富士通テン技報48号，Vol.24 No.2 (2006)

筆者紹介



柴田 清誠  
(しばた きよせい)

1998年入社。以来、車載用OEMスピーカ開発、音響システム開発を経て、車載・ホーム市販スピーカ開発に従事。現在、CI・OEM本部 第一事業部 音響技術部在籍。



森木 貴  
(もりき たかし)

2008年入社。以来、車載・ホーム市販スピーカ開発に従事。現在、CI・OEM本部 第一事業部 音響技術部在籍。



浜田 一彦  
(はまだ かずひこ)

1986年入社。以来、車載オーディオ機構設計、音楽ソフト開発を経て、車載・ホーム市販スピーカ開発に従事。現在、CI・OEM本部 第一事業部 音響開発部在籍。



宗 亮輔  
(そう りょうすけ)

2005年入社。以来、車載・ホーム市販スピーカ開発に従事。現在、CI・OEM本部 第一事業部 音響技術部在籍。



津森 克彦  
(つもり かつひこ)

1986年入社。以来、スピーカ、音響システムの企画開発設計に従事。現在、CI・OEM本部 第一事業部 音響技術部チームリーダー。