

レクサス向けオーディオの開発

Development of an Audio Unit for Lexus Vehicles

関	俊	治	Toshiharu Seki
森	分	優	Masaru Moriwake
籠	谷	成彦	Shigehiko Kagotani
伊与田	修	久	Nobuhisa Iyoda
古	元	昌	Masahito Furumoto
川	崎	宏	Hiroshi Kawasaki



要 旨

近年、国内市販カーナビゲーション市場は、HDDナビと連携し、圧縮音楽をHDDへ格納できるHDDオーディオを各社市場へ導入している。また、ポータブルオーディオ市場においても圧縮音楽をメモリに格納し、音楽を楽しむことが、浸透してきている。

今回、レクサス向けオーディオにHDDオーディオが搭載されるにあたり、純正における使いやすさ・高級感を損なわずに、充実した機能の実現を達成する必要がある。

本稿では、当社が担当したオーディオ部について、HDDオーディオ機能の実現技術について紹介する。

Abstract

In recent years, various Japanese car navigation manufacturers have begun introducing HDD audio units to the market that function with the HDD navigation unit and are capable of storing compressed music files on the HDD. This ability to store compressed music files in a memory medium and enjoy them anywhere, as in the case of the portable audio market, has permeated society.

As an HDD audio unit to be equipped on Lexus vehicles carries the Lexus brand name, it must be easy to use and preserve the luxurious ambience of the vehicle, as well as provide a full array of functions.

This essay introduces the enabling technology for HDD audio functions developed by Fujitsu Ten for the corresponding audio unit.

1

はじめに

国内市販カーナビゲーション市場は、DVD (Digital Versatile Disk) を記憶媒体としたナビゲーションからHDD (Hard Disk Drive) を記憶媒体としたナビゲーション (以降 HDDナビ) への移行が進展しており、HDDナビと連携し、音楽をHDDへ格納できるHDDオーディオを各社市場へ導入している。

また、ポータブルオーディオ市場においても、iPodを筆頭に圧縮音楽をメモリに格納し、音楽を楽しむことが浸透してきている。

当社は、レクサス向けオーディオへのHDDオーディオ機能の開発に企画段階から参画し、純正の使いやすさ・高級感を損なわずに、市販商品に劣らない機能の実現を目指し、関係各社と連携して、システム開発を推進した。

また、HDDオーディオ機能の大きな特徴として、HDDナビ部、オーディオ部、アンプ部と独立した一つのユニットとして各関係各社が開発を行い、楽曲データ等については、ユニット間を結ぶ通信を使用し、その機能を実現している。

今回は当社が担当したオーディオ部を中心に、HDDオーディオ機能の実現技術について紹介する。

2 システム概要(HDDオーディオ機能)

今回のレクサス向けオーディオにはHDDを使用した音楽データ録音／再生機能があり、以下にそのシステムブロック図を示す。(図1)

今回のシステムとしての大きな特徴は圧縮された楽曲を保存するHDD部が別体となっている点である。オーディオ外部に存在するHDDに対し、当社が開発したオーディオ部ではCDディスクからデータを読み込み、AAC (Advanced Audio Coding) フォーマット形式にて圧縮処理を行った後、AVC-LAN plus通信方式を使用し、HDDへデータを転送している。

オーディオ部で保持しているCDデッキから、HDDへのデータ送信までをRAP (Re-configurable Automotive Processor) 基板にて制御を行っている。

また、CDからのデータを読み込む際には4倍速にてデータを読み込む事が可能であり、録音時間を短縮することができる。録音された楽曲はHDDナビ部 (図1 EMVNを示す) にてデータの解凍処理が行われ、アナログ音声 (音声パラレル信号) としてオーディオ部へ入力され、セレクト切替えを実施したのち、外部アンプ部へ出力される。

等倍速録音時には、CDより2系統のデジタル信号を使用し、一方はHDDへの楽曲データの転送、もう一方はDSP (Digital Sound Processor) へデータを送信し、音声出力として使用することで録音と再生を同時に行う事を可能としている。

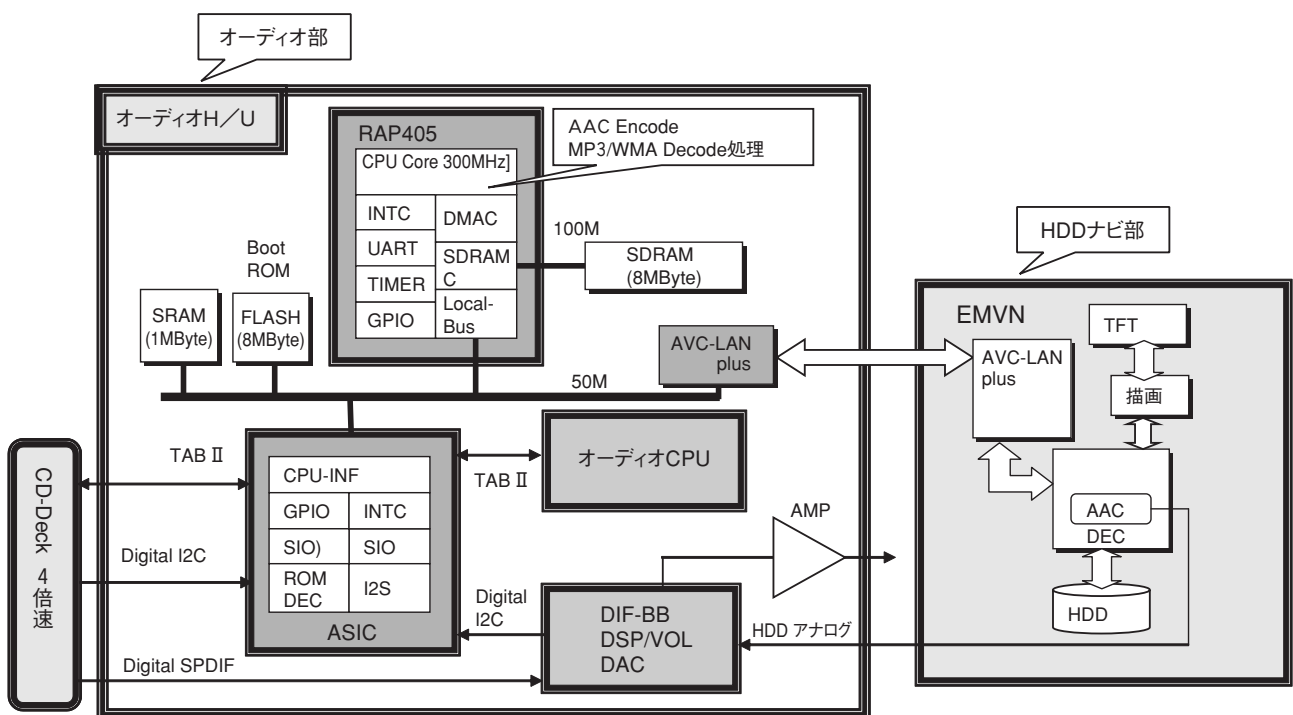


図-1 HDDオーディオ システムブロック
Fig.1 HDD audio system

3

製品の概要

以下が今回のレクサス向けオーディオの概要である。

【共通部】

外形サイズ：2DIN (W178×H100×D155mm)

質量：2.3kg

搭載デッキ

①CD Deck 富士通テン製 DA-30 (4倍速対応)

②MD Deck 富士通テン製 MS-06 (グループ管理対応)

【AV部】

ラジオ (AM/FM) 受信機能

ダイバーシティアンテナ受信機能

FM VICSコンボジット受信^(注1)

専用Tuner内蔵によるVICS独立受信

CD-R/RW 再生機能

MP3/WMA 再生機能

MD-LP/MD-グループ 再生機能

CD-DAからHDDへの楽曲デジタル録音機能 (AACエンコード)

4倍速録音対応

スタートUPミュージック対応

割込み音声定位制御対応

4

製品内システム構成

本機はオーディオ機能としてラジオ チューナ、CD Deck、MD Deckを搭載し、AM/FMラジオ VICSコンボジット、CD (CD-R/RW)、MD (MD-LP/MD-グループ)、MP3/WMA^(注2)の再生の他、ラジオ部との統合DSPの採用、割込み音声経路の独立回路構成など多彩な機能を実現した。

オーディオ部のDSPにはラジオノイズキャンセラ機能を有するDIF-IF、DIF-BB^(注3)を採用、音声処理部にはCODEC処理に有利なRAPマイコンの採用。RAPマイコンとその周辺メモリICとの連結のための専用I/O ASICを採用した。システム図を図2に示す。

(注1) VICS : Vehicle Information and Communication System

(注2) WMA : Windows Media Audio

(注3) DIF-IF、DIF-BBとは音響制御とラジオ制御を両立するICであり、詳細は富士通テン技報 45号

『デジタル信号処理技術によるAM/FMチューナの受信性能向上』を参照

レクサス向けオーディオ
回路ブロック図

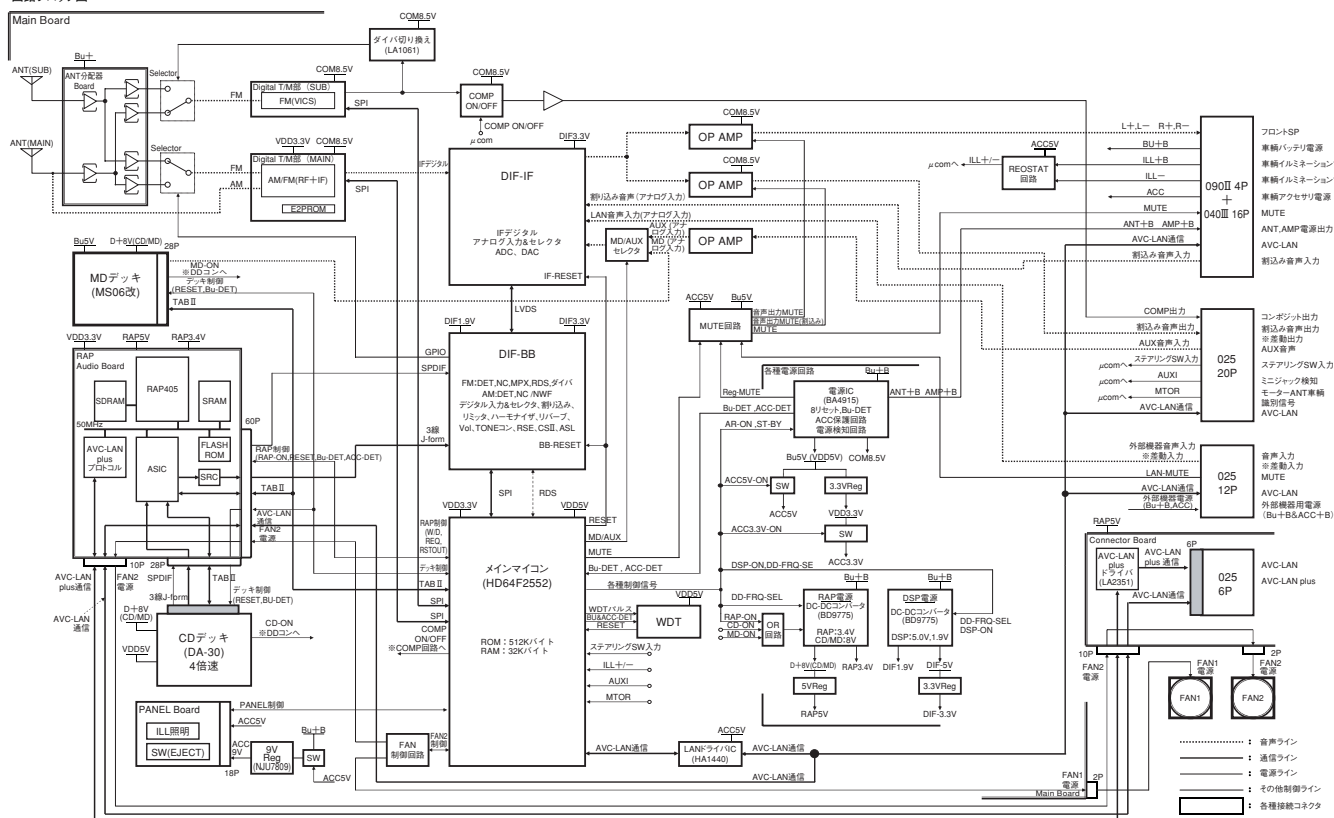


図-2 レクサス向けオーディオ 内部回路システム
Fig.2 Audio unit for Lexus vehicles Internal circuit system

5

技術開発アイテム

5.1 RAPマイコンの採用

今回、デジタルオーディオに不可欠なCODECのエンジンには、富士通製マルチメディアプロセッサであるRAPを採用した。CODECにCPUを使うメリットとしては、製品出荷後もソフトの更新によりVer-upが容易であり、日々進化する圧縮技術に対して柔軟に対応することが可能となる。

更にRAPは、Image処理、Digital-AV処理に最適なメディア機能を強化したハードウェア構成をもち、汎用プロセッサとしても十分な性能とコンパクトさを有していることから、4倍速での音楽圧縮処理だけでなく、HDD保持UNIT (EMVN) やオーディオCPUとの通信処理を行う等、本システムに最適なCPUである。

【RAP405 主要諸元】

- ・アーキテクチャ : 2並列実行型VLIW
- ・コアクロック : 300MHz (50MHz×6通倍で使用)
- ・バスクロック : SDRAM 100MHz, Local-bus 50MHz
- ・ピーク性能 : 600MIPS, 2400MOPS
- ・内蔵ペリフェラル : SDRAM I/F, DMAC, TIMER等
- ・消費電力 : ≒0.6W (typ)
- ・プロセス : 0.13 μ m CMOS
- ・パッケージ : 1.27mm pitch PBGA-256

が可能となり、ディスプレイユニットとの通信用LAN (AVC-LANplus) と併せても、123mm×92mmサイズの基板に納めることが可能となった。(図3)

【I/O-ASIC 主要諸元】

- ・ペリフェラル : CPU I/F, INTC, CDROM-Decoder
- ・I/O機能 : I2S, TAB II ×2, SIO
- ・回路規模 : 380kG (RAM含む)
- ・消費電力 : ≒0.5W (typ)
- ・プロセス : 0.35 μ m CMOS
- ・パッケージ : 0.5mm pitch LQFP-176

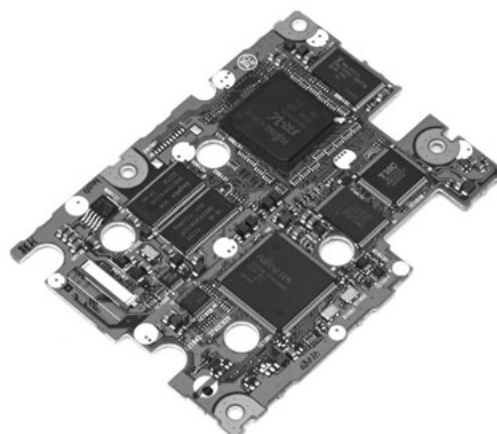


図-3 RAP基板外観

Fig.3 RAP circuit board

5.2 I/O-ASICの開発

デジタルオーディオ部の小型化とコストダウンのために、車載機に必要なI/Oをまとめた専用のI/O-ASICを開発した。本ASICにより、CDデッキインタフェース、音楽データの4倍速録音&再生、オーディオマイコンとのインタフェース機能をCPU+メモリ+ASICにて構成すること

5.3 RAP基板

デジタルオーディオ処理に必要な機能を一枚の基板にまとめ、インタフェースにTAB II, AVC-LANplus, I2S, SIOといった車載器での汎用インタフェースを採用することで、他機種への展開が容易なモジュール形態とした。

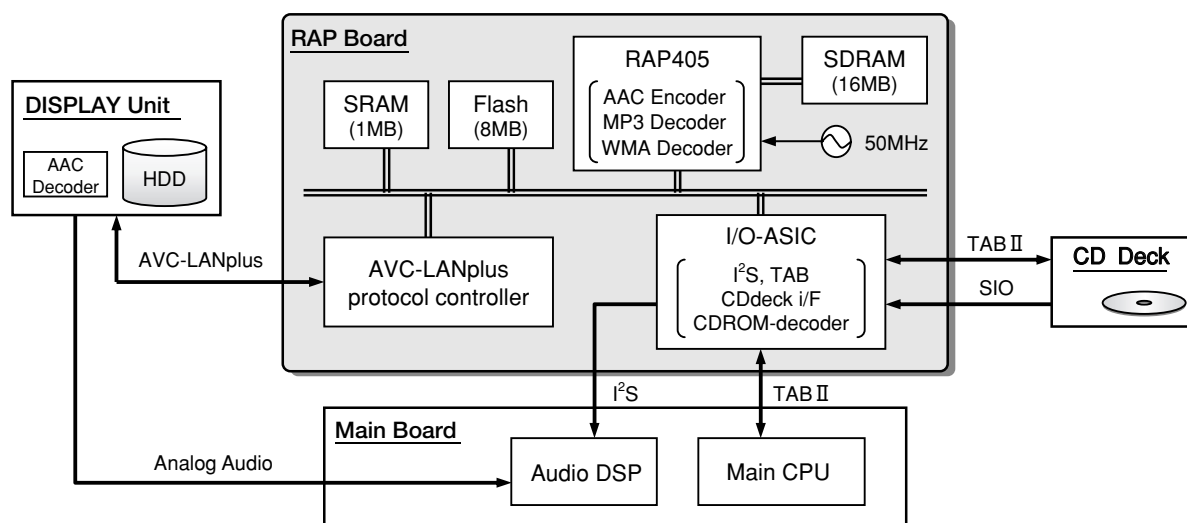


図-4 RAP基板のブロック構成

Fig.4 RAP circuit board block configuration

表-1 RAP基板の主要諸元
Table 1 RAP circuit board main specifications

項	項 目	仕 様
1	主要外部 I/F	コネクタ基板間
		Main基板間
		CD-Deck間
2	CD-Deck I/F	3線式Digital
3	倍速録音規定	4倍速録再定義
4	Encode方式	CD/MD/TV音声
5	Decode方式	CD-ROM/R/RW
6	フェイルセーフ	録音中の音飛び
7	環境条件等	温度保証範囲
8	消費電力	4.2 W (設計値)

Note) ΔT は基板雰囲気温度上昇分を示す (約25℃)

5.4 ソフトウェアの開発について

オーディオCPUとRAP CPUには、図5のような論理ユニットの機能配置を行った。オーディオCPUではAVC-LAN (STEP1) 通信制御を実装し、H/U内部のラジオ、CD、MDを含むシステム全体のオーディオ機能を司るコマンドSW制御を実施している。RAP CPUではAVC-LANplus (STEP2) 通信制御を実装し、CDリッピング時のデータ転送制御を実施している。その際、RAP CPUに搭載するCD、RECユニット宛てのAVC-LANコマンド・ステータス通信は内部TAB2通信を経由してG/Wするようにインターフェース設計した。

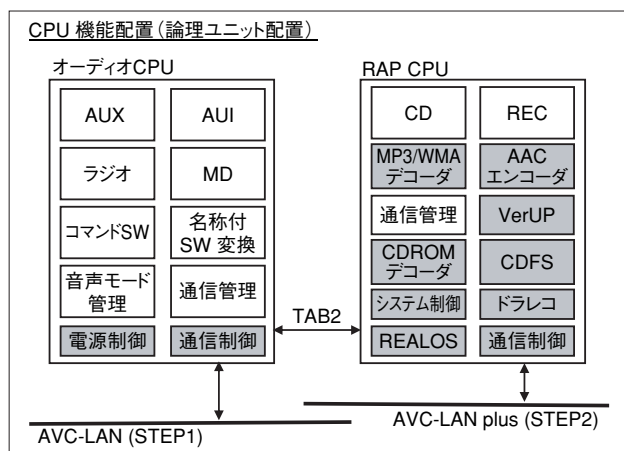


図-5 CPU機能配置
Fig.5 CPU function layout

AUDIO CPUは従来のオーディオ、AVN製品のソフト資産を流用し、RAP CPUとのインターフェース部を新規

設計した。RAP CPUは富士通製REALOS (リアルタイムOS)、AACエンコーダライブラリ、MP3/WMAデコーダライブラリを使用し、システム制御、CDデッキ制御、REC制御、通信制御部分は、本製品向けに新規に設計を行った。

RAP CPUのリッピング性能要件として、図6に示すように、CDデッキから4倍速再生速度 (約1.4Mbps) で出力されるPCMデータをリアルタイムAACエンコード (256 or 128kbps) し、AVC-LANplus回線でHDDユニットへ転送する (最大1Mbps) 性能が求められる。また、製品動作条件としては、上記に加え、FLASHメモリ上のMP3音源再生 (レクサスおもてなし機能=スタートアップBGM) を同時に実行するCPU最大負荷要件を考慮する必要がある。

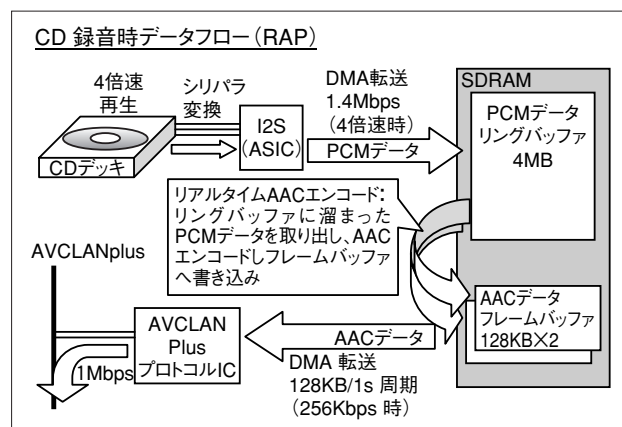


図-6 録音時のデータフロー
Fig.6 Data flow when recording

搭載したAACエンコーダライブラリは机上見積もりで54MHz、MP3デコーダライブラリは35MHzのCPU処理性能を消費する。4倍速リッピングとMP3再生の同時動作を想定した場合、251MHzのCPU性能を消費するため、COREクロック300MHz動作の本システムでは、残りの約49MHzでその他のシステム制御を実現するようシステム設計を行った。実機検証においては、最大負荷動作条件下での性能検証を行い、一時的な高負荷条件においてもPCMデータのオーバーフローが起こらないバッファサイズの最適化と、オーバーフローが起こった場合のフェールセーフ（録音やり直し）動作も実装した。

また、レクサス品質への取組みとして、オーディオ製品としては、初めてドライブレコーダ機能、CD-ROMバージョンアップ機能も実現している。

6 レクサス向けオーディオ

レクサス向けオーディオの開発にあたり、従来のオーディオをより一歩踏み込み、お客様にとってよりよい製品作りをコンセプトに開発を実施した。本章ではその中での次の2つの項目について設計概念および実現技術について紹介する。

6.1 放熱設計

オーディオにとって、車に搭載されているかたとの接点は大きく2つ存在する。一つ目は前面部の釦部位、二つ目はCDやMD等のディスクである。この2つの接点において、前者は、常時車両コンソール部に対し剥き出し状態であるので、外気に触れている状態である。従って、お客様が感じている温度から大きく温度変化することは考え難い。た

だし、後者においては、一度H/U内部へ完全に収容され、かつCDに関しては今回のHDDオーディオシステムでは、4倍速録音機能を有しているため、4倍速録音時には、オーディオ内部での電気回路が最も高負荷で稼動するために、等速録音時に対し、約1.3倍電力消費量が増大する。そこで、レクサス向けオーディオとしての開発にあたり、このCD/MD等のディスク温度をお客様にとって違和感のない温度にするべきとの考えより、温度管理に重点をおいた設計を行った。

具体的設計手法としては、3次元設計は勿論のこと、CAE解析のモデル機種として設計開発を推進した。

CAE解析を採用する目的には、早期設計品質の確保が挙げられる。具体的には、図面段階でシミュレーションが容易にでき、試作品を製作しなくても評価が先行で実施できるということである。この手法を採用することにより設計開発段階において確実な評価が得られ、入力次第では何度でもシミュレーションが可能である。

また、解析の精度を高めることにより、金型品同等の評価が得られ試作レスが可能となるため、開発費用の削減、開発期間の短縮にも大きく貢献できる。

今回、レクサス向けオーディオではこの設計手法を用いることにより、試作品での繰り返し評価を実施することなく、目標温度であった、号口モデルより4℃減少を達成することができた。

号口モデル比：CDデッキ部 ▲4.7℃

MDデッキ部 ▲6.4℃

今回使用したCAE解析のイメージを図7に示す。モデルA⇒モデルBをシュミレーション上にて解析することで、実際の試作費用を削減することができた。

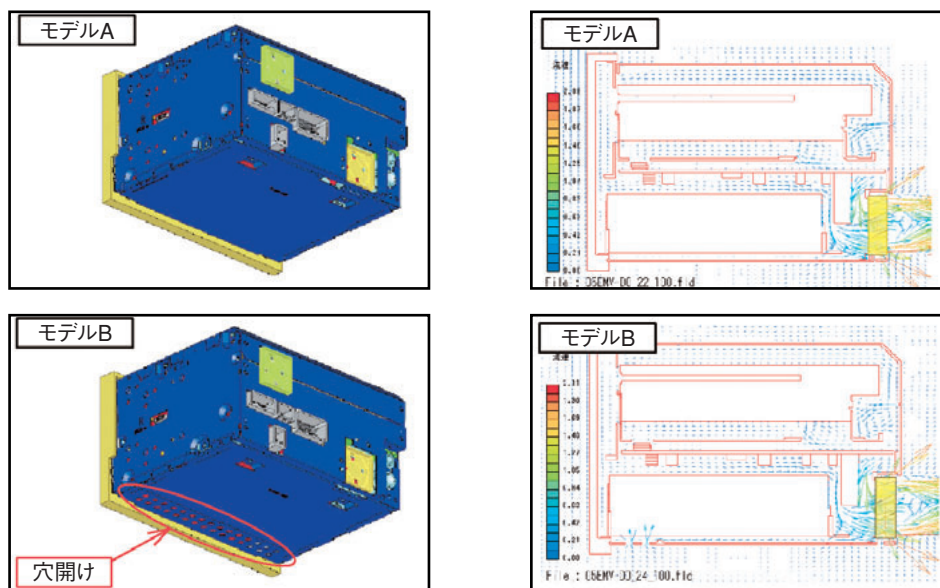


図-7 流体解析イメージ

Fig.7 Fluid analysis images

6.2 高音質設計

オーディオの最も重要かつ基本的な機能は音を再生させることである。その一番根幹に関する機能について、レクサス向けオーディオとして最上級を目指し設計を行った。

今回のレクサス向けオーディオでは、外部アンプがシステムとして使用されており、オーディオ部ではCD等の音源を左右信号に分けた2チャンネル出力のみである。そのため、周波数特性等による音へのチューニングは外部アンプ部が担うが、システムとして最上級の音質を実現するには、その2チャンネルの音声信号がより最上級であることが必要不可欠である。そのためにH/Uのすべてに関わる電源回路部に着目し、そのカップリングコンデンサへの追求を実施した。H/Uへの入力電源部にはフィルタ回路を有し、そのカップリングコンデンサ（電解コンデンサ）を様々なメーカー品を使用して試聴を繰り返し、最終的な電解コンデンサの選定を行った。

表-2 電解コンデンサ 試聴結果

Table 2 Electrolysis condensers Listening test results

サンプル	A	B	C	D
点数	10.5	12	9	13.5

※一人 5段階聴感評価にて、三人の合計

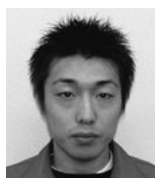
7

おわりに

以上、今回はHDDがH/U内部に内蔵されていない、録音システムを採用したレクサス向けオーディオについて、開発のねらいと技術について述べてきた。

今後は、今回達成できたユーザ観点での一段上位の感性に着目した品質について、よりコストを削減した状態での全モデルへの展開、そしてさらなるNo.1オーディオを目指して開発を行いたい。

筆者紹介



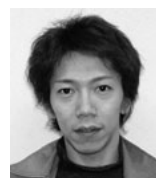
関 俊治
(せき としはる)

2002年入社。以来、車載オーディオシステム（EMVオーディオ）の開発に従事。現在、CI本部 第一事業部 第一技術部に在籍。



森分 優
(もりわけ まさる)

2001年富士通デジタル・テクノロジー（現、富士通）より出向。以来、マルチメディア系の先行開発、コアデバイス開発に従事。現在、CI本部 第一事業部 システム企画部担当部長



籠谷 成彦
(かごたに しげひこ)

1995年入社。以来、車載製品ソフトウェア開発に従事。現在、ソフトウェア技術本部 システム統合部に在籍。



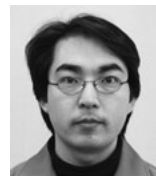
伊与田 修久
(いよた のぶひさ)

1992年入社。以来、原価企画業務を経て、1997年よりオーディオ商品企画に従事。現在、CI本部 第一事業部 システム企画部に在籍。



古元 昌仁
(ふるもと まさひと)

2002年入社。以来、トヨタ車載オーディオ（内機）の開発に従事。現在、CI本部 第二事業部 機構技術部に在籍。



川崎 宏
(かわさき ひろし)

1988年入社。以来、トヨタ車載オーディオ、AVX、トヨタ用品AVN、市販AVNの開発に従事。現在、CI本部 第一事業部 第一技術部チームリーダー。