

# 車室内音場特性データベースの構築

## Construction of a sound field database in the car cabin

大和田久司<sup>1</sup> 田上宣昭<sup>1</sup> 山下祐斗<sup>1</sup>

Hisashi Owada<sup>1</sup>, Nobuaki Tanoue<sup>1</sup>, and Yuto Yamashita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>パイオニア株式会社

<sup>1</sup>PIONEER CORPORATION

**要旨:** 我々は、車室内の音場特性のチューニング業務を行っている。このチューニング業務はエキスパートの聴感によるところが大きく、効率化や自動化が望まれる。チューニング業務においては、車室内の音場特性の測定を実施しており、この音場特性データを集めて活用することで、効率化や自動化が図れると考えられる。そこで、音場特性データの利活用を目的として、まずは音場特性データを蓄積するデータベースを構築したので報告する。

### 1 はじめに

現在、自動車には一般的にカーオーディオが搭載され、車室内で音楽を鑑賞することはよく行われている。車室内は音楽を聴く環境としては、広さやスピーカの位置などの問題から、試聴室等に比べると決して良いものではない。そこで、我々は、聴取者に対してより良い音楽環境の提供を目指して、車室内の音場特性の調整（以下、チューニング）を行っている。このチューニングは専門のエンジニアの聴感によるところが大きく、効率化や自動化が望まれる。チューニング業務においては、車室内の音場特性の測定を実施しており、この音場特性データを集めて活用することで、効率化や自動化が図れると考えられる。そこで、音場特性データの利活用を目的として、まずは音場特性データを蓄積するデータベースを構築した。

### 2 車室内の音場特性

#### 課題

車室内は音楽を聴く環境として、以下のような課題がある。

- ・ 聴取者と、左右の各スピーカとの距離が異なるため、音像が近いスピーカの方に片寄る。（図1）
- ・ ハンドルやシートなどの構造物が多く、音が遮られる。（図2）
- ・ 空間が狭いため、壁や天井などの反射音による音の干渉が多い。（図3）

そこで、我々はこれらの課題がある音を、目標の音に近づけるように、デジタル信号処理によるチューニングを行っている。

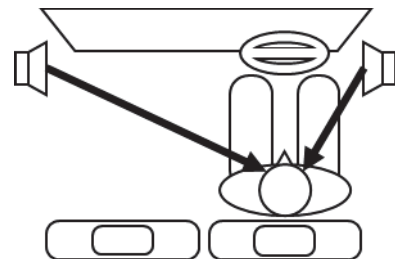


図1. 左右スピーカからの距離が異なる

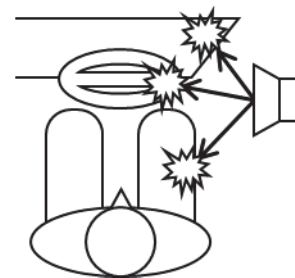


図2. 構造物で音が遮られる

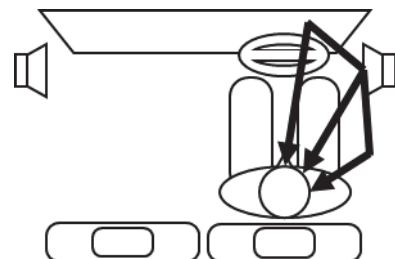


図3. 反射音による干渉が多い

## チューニング

チューニングは、車室内形状や搭載されているスピーカの種類、スピーカの設置位置等の条件に合わせて適切なデジタルフィルタを掛けることにより実現され、チューニングを専門に行うエンジニアにより実施される。このエンジニアは、チューニングのためのトレーニングを積み、また実際に業務を通じて経験を積むことにより育成されるため、簡単に人員を増やすことが困難である。

一方、近年、製品サイクルの短期化や新興国における自動車メーカーの増加などにより、チューニングの業務量が増加している。先に述べたように、エンジニアを簡単に増やすことが困難であるため、チューニングの効率化や自動化が望まれている。

効率化/自動化は、エンジニアがどのような音のときに、どのようなフィルタを掛けて、結果どのような音になったかという事例を収集し、分析/体系化することにより実現可能であると考えられる。この解析をする際に最も重要となるデータに、各スピーカから聴取者の耳位置への音場特性のデータ（以下、音場データ）が挙げられる。これまでも、チューニングの際にはダミーヘッドを用いた音場データの測定は行っていた（図4）。しかし、音場データはその時に実施しているチューニング業務に利用されるだけで、その後の利活用は限定的であった。

そこで、効率化/自動化へ向けたはじめの取り組みとして、音場データを効率的に利活用できるように、音場データを蓄積するデータベース（以下、音場データベース）を構築した。



図4. ダミーヘッドによる測定

## 3 車室内音場データベース

### 要件

車室内の音場特性を蓄積する音場データベースの

要件として、以下を満たすこととした。

- ・ ファイル蓄積  
測定を実施すると、ファイルとして音場データが生成されるため、音場データベースには、このファイルのまま蓄積する。
- ・ 測定条件の明確化  
音場データには測定条件（車両、日時、測定者等）が含まれてないため、音場データの素性がわかるように、蓄積する際は測定条件を付加して保存できるようにする。
- ・ アクセス性と検索性  
音場データの利活用のために、容易に音場データにアクセスできることと、測定条件による検索ができるようにする。

また、音場データを測定するのはチューニングのエンジニアであるため、音場データベースにデータをアップロードするのもエンジニアとなる。多忙なエンジニアにアップロードを促すため、エンジニアにとって負担が小さく、またメリットがあるように以下の要件も満たすように心掛けた。

- ・ 操作性  
マニュアルレスで容易に操作できる UI を備える。
- ・ 容易な導入  
導入やバージョンアップに際して、利用者にインストール作業などの手間をできるだけ取らせないようにする。
- ・ 遠隔地とのデータ共有  
遠方で測定を実施することがあるため、測定場所と会社でリアルタイムにデータを共有できるようにする。
- ・ データ解析機能の提供  
様々な解析機能をツール化することで、エンジニア自身が簡単にデータ解析を行えるようにする。

上記を満たすシステムとして、Web サーバを利用した Web アプリケーションとして音場データベースを実現することとした。

## システム構成

図5に、音場データベースの構成図を示す。フロントエンドの Web サーバ、音場データを蓄積するファイルサーバ、測定条件を保存する DB サーバ、各種解析機能を提供するアプリケーションサーバからなる。

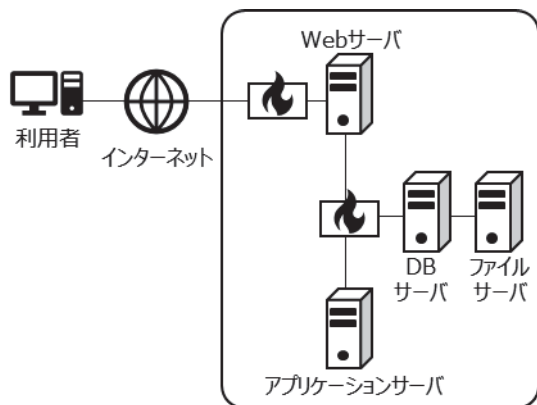


図 5. システム構成

## システム概要

### ログイン

測定データは重要な情報であると考えているため、音場データベースへのアクセスは、社内端末もしくは VPN で接続された社外端末からのみ可能としている。

また、社内端末からのアクセスであっても登録されたユーザのみが利用できるように、ID とパスワードによる認証を設ける。

### アップロード

音場データを音場データベースにアップロードする際は、音場データのファイルと、その音場データがどのような条件で測定されたかを表す情報（以下、タグ情報）をアップロードする。音場データはファイルサーバに、タグ情報は DB サーバに保存される。

図 6 にアップロードの流れを、図 7 にアップロード画面の例を示す。図 7 に示すとおり、タグ情報は Web ブラウザ上のフォームで入力する。

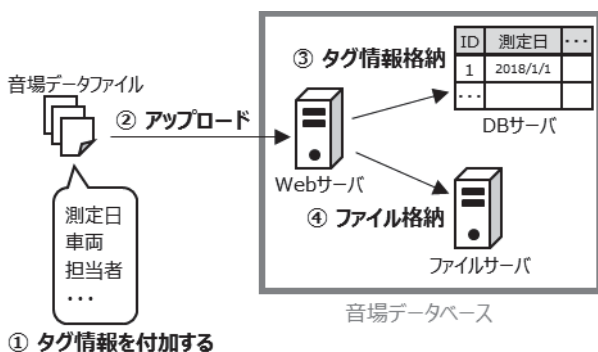


図 6. アップロードの流れ



図 7. アップロード画面例

### 検索

蓄積されている音場データから所望のデータを得る際は、タグ情報で検索する。

図 8 に検索の流れを示す。

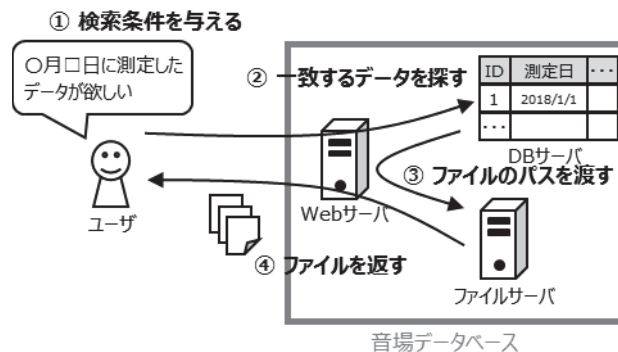


図 8. 検索の流れ

### 解析機能

音場データをグラフ化する場合や、処理/加工する場合は、サーバ上で動作するアプリケーションプログラムにより行う。アプリケーションプログラムは、Web サーバ上もしくはアプリケーションサーバ上で実行され、DB サーバやファイルサーバにアクセスしながら、各種処理を提供する。

解析機能の一例として、グラフ表示の流れを図 9 に示す。

提供する解析機能としては、グラフ化を初めとし

たデータの可視化機能や、デジタルフィルタの係数の候補の算出、データを音として試聴できる可聴化機能などがあげられる。

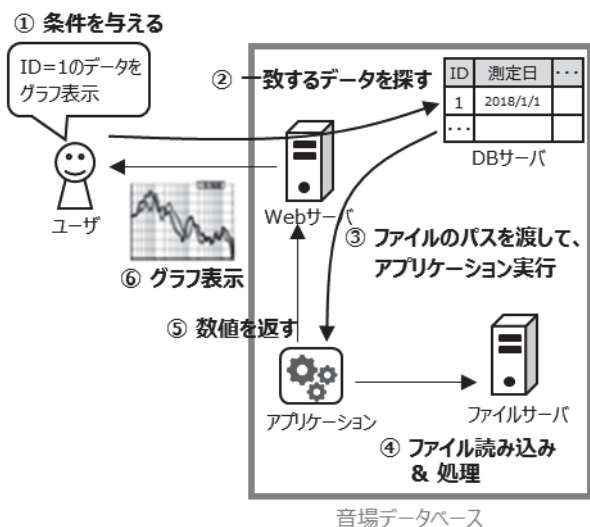


図 9. グラフ表示の流れ

## 4 データの利活用

2015年4月から音場データベースの運用を開始しており、これまでに7000件を超える音場データが蓄積されている。これらのデータの活用例としては、以下のようなものがあげられる。

### 活用例 遠隔地とのデータ共有

音場データベースは、先に述べたように Web アプリケーションとして実装されているため、社外からのアクセスも可能である。この特性を利用して、チューニング対象の車両が会社から離れた場所にある場合に、エンジニアが現地に出張して音場データを測定、データを音場データベースにアップロードし、会社にいる別のエンジニアがデータの確認・評価・分析を行うといった利用がなされている。

従来であれば、複数のエンジニアが出張するか、出張した1人のエンジニアが、測定から分析等のすべてを行う必要があったため、出張の削減や、時間の短縮に繋がっていると考えられる。

### 活用例 車両サイズ別の特徴把握

図 10 は 4 種類の車両における周波数特性のグラフである。これらはすべて別車両であるが、車両 A と B (グラフ中の灰色の線)、車両 C と D (グラフ中の黒色の線) はそれぞれ車室内容積や、スピーカ取

り付け位置が類似した車両である。グラフより、車両 A と B、車両 C と D はそれぞれ特性がよく似ていることがわかる。この結果から、車室内容積や、スピーカ取り付け位置が似た車両であれば、一方のチューニングの結果をもう一方の車両に適用できることが確認でき、チューニング工数の削減に繋がった。

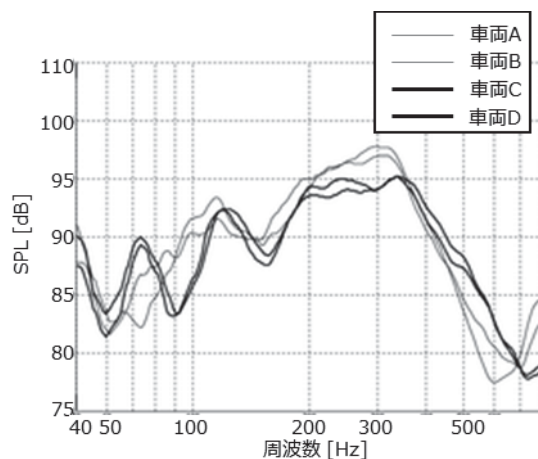


図 10. 周波数特性

## 5 終わりに

我々は、チューニング業務の効率化/自動化へ向けた取り組みの第一歩として、音場データを蓄積する音場データベースを構築した。

解析機能を拡充させながら、エンジニアに利用してもらえるよう取り組み、運用開始から約3年で7000件を超える音場データがアップロードされた。今や、チューニング業務になくはならないシステムとして利用されている。

今後は、これらのデータを分析して、エンジニアが、どのような音のときに、どのような処理をしているかを体系化していくことで、チューニングの短時間化や、経験の浅いエンジニアでもクオリティの高いチューニングのできるよう、効率化や自動化といった活用を目指していく。