

# 音環境プレゼンテーションシステムの開発

## Development of Sound Environmental Presentation System

兒玉朗蘭\* 稲留康一\*

### 要 旨

一般的に、音環境の性能は数値で示されるが、その数値が表す音環境を想像し、理解することは難しい。そこで、数値データからシミュレーションを行い、シミュレーション結果から音を作成して実際に聞かせることにより、その音環境をわかりやすくプレゼンテーション出来ると考えた。そのような主旨のもとで開発した遮音性能評価システムに「現地での収録機能」を追加し、さらに「設備系騒音」「音声の明瞭度」についてもシミュレーションができるようにした。本報告では、その概要について述べる。

キーワード：音環境、シミュレーション、プレゼンテーション、実音、性能評価

### 1. まえがき

音環境の性能は騒音源ごとに規定されるが、その要求水準は「音圧レベル(騒音レベル)」や「音圧レベル差」など様々であり、数字では理解しにくい。例えば、床衝撃音に対する性能を表す数値「LH-55」や「LH-60」は室内で測定した「音圧レベル」をもとにした評価指標であり、サッシの性能を表す「T3」は室外と室内の「音圧レベル差」をもとにした評価指標である。これらの数値が示す意味は、建築学会が提案している遮音性能基準<sup>1)</sup>によって、ある程度理解することが可能である。しかし、室内の音環境を想像することは非常に難しく、これらの違いを明確にイメージできる人は少ない。さらに、音に対するイメージは個人で大きく異なるものである。このため、音環境

性能は数値だけでなく音としても表現することで、より良く理解できると考えられる。

当社では、既に遮音性能を音として体感できる「遮音性能評価システム」を開発しているが、表現の高度化や既存建物での対策効果を表現するために、バージョンアップを行った。本稿では、その概要について述べる。

### 2. システム構成機器

#### 2.1 各構成機器の概要

システムの外観を写真-1に、システムの構成を図-1に示す。システムは収録部と再生部で構成されている。

機器構成は、ノート PC、オーディオインターフェ

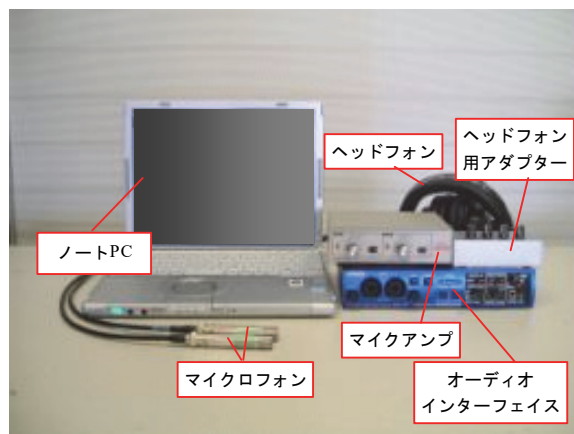


写真-1 音環境プレゼンテーションシステムの外観

\*技術研究所

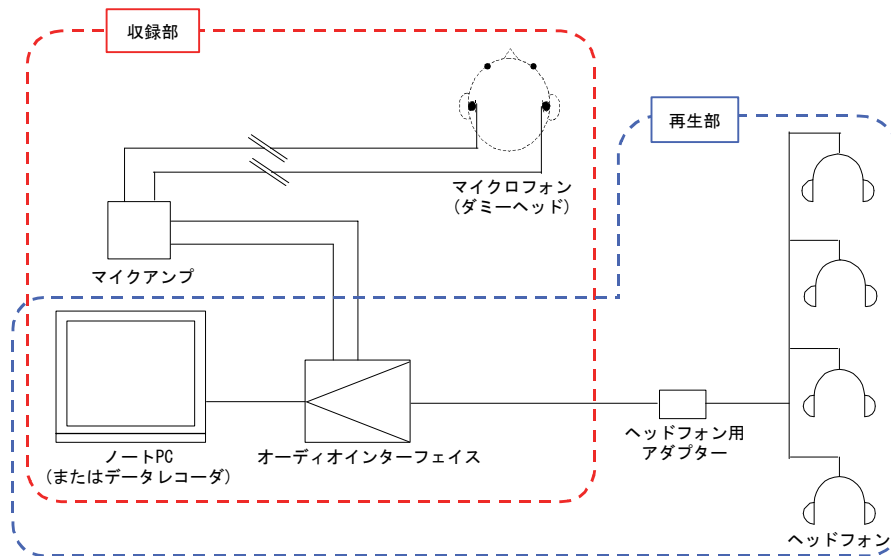


図-1 音環境プレゼンテーションシステムの機器構成図

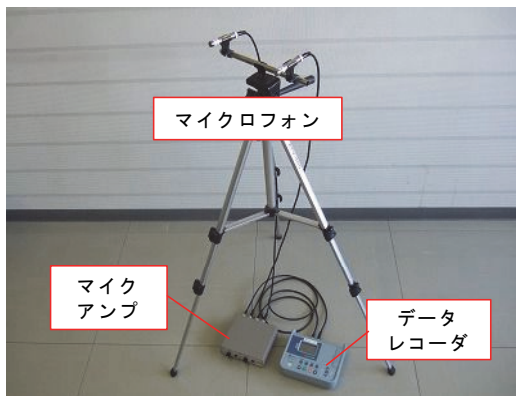


写真-2 収録用マイクロフォン

イス、マイクアンプ、マイクロフォン、ヘッドフォン用アダプター、ヘッドフォンとした。また、ヘッドフォン用アダプターを用いることで音の試聴を複数人同時に行うことができるように配慮した。

収録用マイクロフォンを写真-2に示す。現地で収録を行うため、持ち運び・設置が簡単にできる組み立て式のマイク固定器具を使用する方法を基本とする。現地で収録した音は、直接ノートPCに取り込むことを基本としている。しかし、現地の状況によって電源等の確保が困難な場合も想定されることから、写真-2に示すようなデータレコーダを利用して音を収録し、そのデータをパソコン内に保存する方法も整備した。

現地の状況に応じて、設置が可能な場合にはダミーヘッドを使用した収録も可能である。なお、ダミーヘッドとは、人間と同程度の大きさの頭を持つ人形で、両耳にマイクを設置でき、人の頭などによる音の伝達特性を含めて収録が可能である。ダミーヘッドを使用

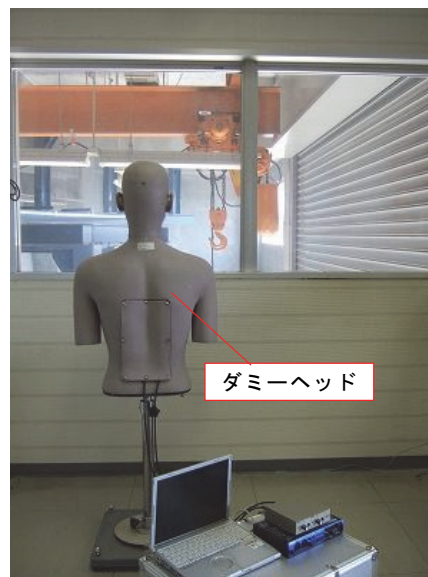


写真-3 ダミーヘッドを使用した収録状況

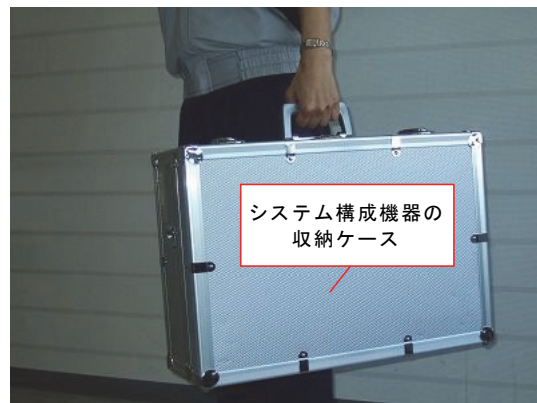


写真-4 システムの収納状況

した収録例を写真-3に示す。写真-3の例では、工場からの音を工場内会議室において収録している。

写真-4にシステムが持ち運び用の収納ケースに収納された状況を示す。ダミーヘッドを除くシステム構成機器は、全て専用のアルミケース(370(l)×540(w)×260(h)[mm])にコンパクトに収納できるため、持ち運びが容易であり、現地での収録、シミュレーション、プレゼンテーションを可能としている。

### 2.2 音源収録機能

既存システムでは、騒音源の音源データに市販音源CDなどのサンプル音を使用していたが、サンプル音では、実際の状況を正しく表現できない(印象が大きく変わる可能性がある)ことが想定される。そこで、本システムには対象建物における実際の騒音源データを収集できるように収録機能を追加するとともに、システムがコンパクトな可搬型となるような機器構成とし、現地でのシミュレーションを可能にした。

## 3. システムの概要

### 3.1 対象音源

本システムでは、①外部騒音、②室間騒音、③床衝撃音、④室内騒音、⑤設備系騒音、⑥音声の明瞭性(残響の影響)についての音環境をシミュレーションし、結果を音で聞かせることが可能である。このシミュレーションには、これまで実験棟・現場などで得たデータや、研究成果を利用した予測手法を適用しており、対策効果などの減音量と音源データがあれば、どのような騒音源に対してもシミュレーションが可能である。前述した騒音源①～④については、既存システムにおいてもシミュレーションが可能であったが、新システムではさらに騒音源⑤・⑥についてもシミュレーションを可能にした。

### 3.2 対策効果の予測手法について

対策効果の予測計算には、これまでの研究成果を使用している。①外部騒音、②室間騒音、③床衝撃音、④室内騒音については、これまでの研究成果を反映させた遮音性能データベースを使用している<sup>2)~7)</sup>。本報では、⑤設備系騒音、⑥音声の明瞭性(残響の影響)について述べる。

#### a. 設備系騒音

給排気設備を経由して室内に伝搬してくる外部騒音の概念図を図-2に示す。サッシの遮音性能が向上するなど、建物の気密性が向上するに伴って、室内の暗騒音が小さくなってきている。そのため、これまでには問題にはならなかった、給排気設備を経由して室内に伝搬してくる外部騒音への対応が求められるようになってきた。そこで、給排気設備を経由して室内に伝搬する騒音の、伝搬予測法を整備した。

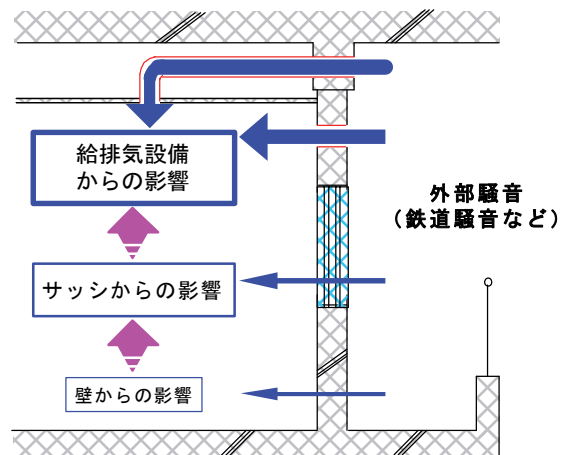


図-2 給排気設備を経由して室内に伝搬する外部騒音

予測に用いる給排気口の騒音対策効果は、当社の実大試験建屋<sup>4)</sup>の給排気口に騒音対策部材を設置し、外部の騒音と居室を想定した部屋の室内騒音を測定することで実験的に求めた。

室内騒音の予測は、採用する給排気口の騒音対策効果(前述の実験により求めたもの)と、外部から給排気口(ダクトがある場合にはダクトも含む)を経由して室内に伝搬する騒音の伝搬特性を使用する。なお、給排気口の騒音対策効果はデータベース化している。

#### b. 音声明瞭性(室内残響時間)

会議室やエントランスホールは、多目的に使用されるケースが多い。特に会議室は、一般的な会議(会話)だけではなく、AV機器を用いたプレゼンテーションの場としても利用される。このため、室内の残響特性に対する要望も多様化しており、室内の残響時間を予測する場面が増えている。

室内残響時間の予測は、室を構成する内装材の残響室法吸音率、面積、室容積から求めることが可能である。しかし、残響時間のみでは試聴音の作成が困難であるため、音響シミュレーションソフトを併用した予測手法を採用した。

### 3.3 試聴音の作成

予測計算によって得られた対策効果をもとにフィルタを作成し、音源データと、このフィルタの畳み込み演算によって試聴音を作成する。

なお、試聴音作成の際に用いる音源データは、新築建物(建築計画時)の場合、音源②～④と⑥(室間遮音、床衝撃音、室内騒音、音声の明瞭性)については、サンプル音でも現実に即したシミュレーションが可能である。一方、既存建物改修の場合、室内での音環境を向上させたいという要望に対しては、現況における現地収録音を用いることを基本とする。

### 3.4 システム使用手順

音環境プレゼンテーションシステムの使用手順の概要を図-3に示す。使用手順は、音源データ部、予測

計算部(対策効果の計算およびフィルタの作成)、試聴音作成部の3部に大別することができる。手順はそれ

ぞれ独立しており別個に使用できるため、予測計算部のみを設計時に使用することも可能である。

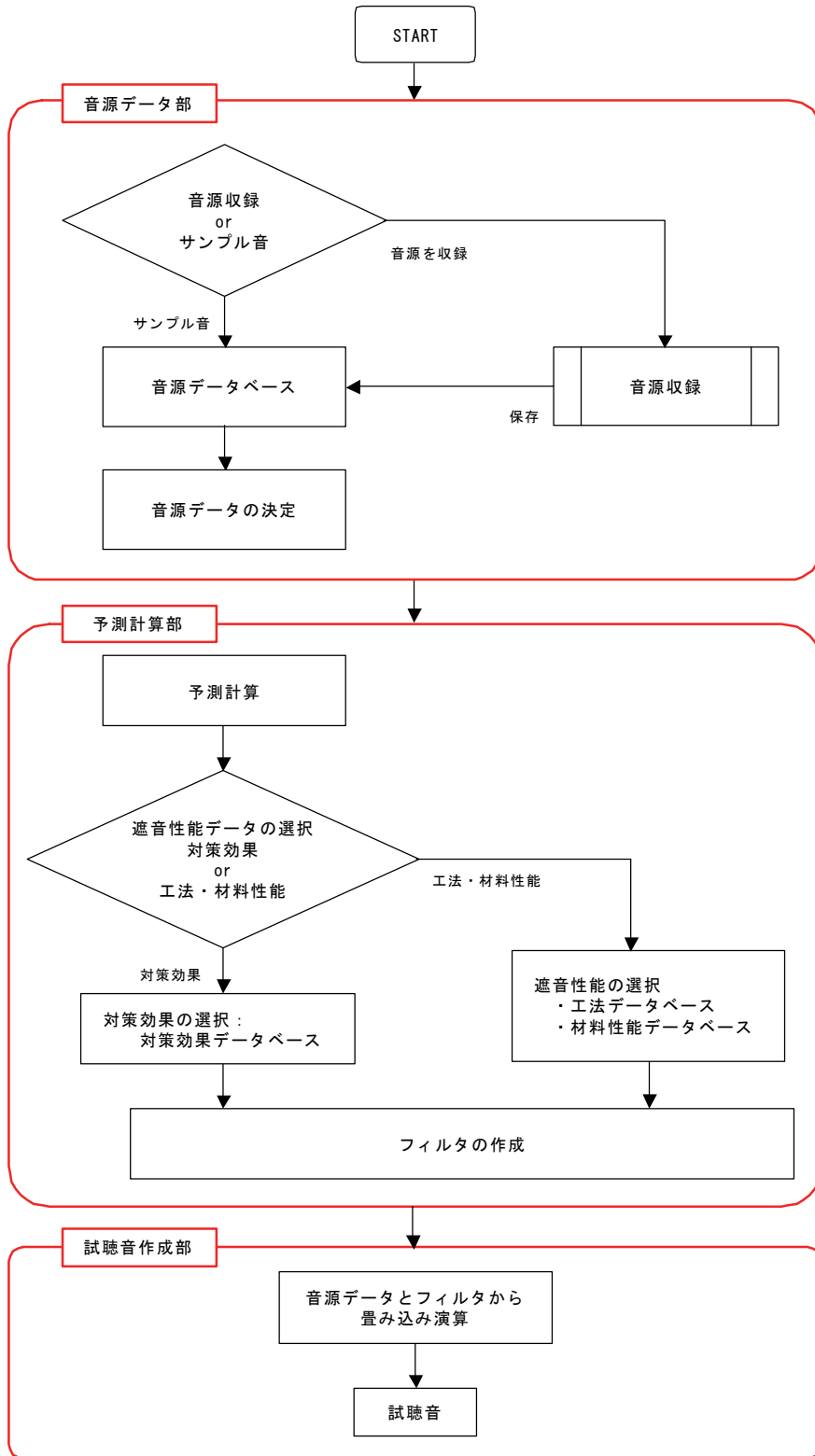


図-3 システム使用手順の概要





ける残響時間 0.8 秒) に近い値となった。人の声の周

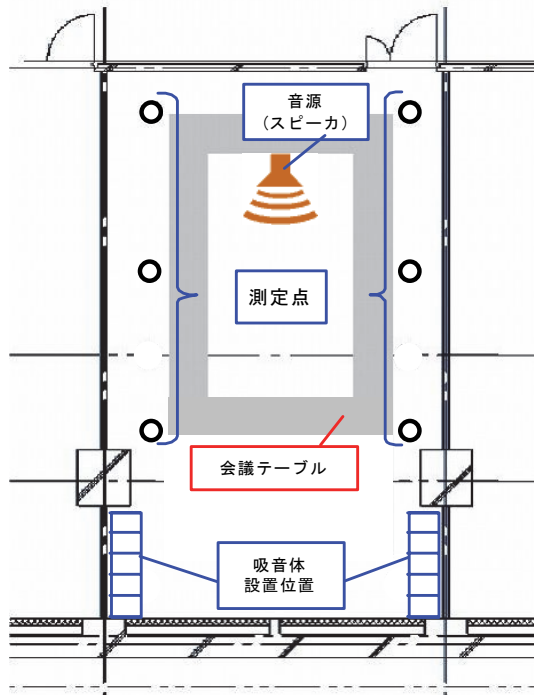


図-5 測定位置



写真-6 会議室の状況

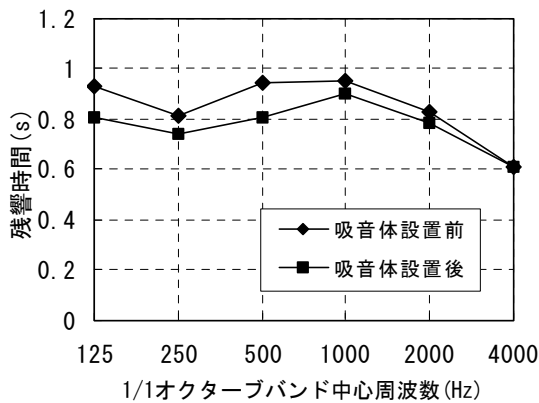


図-6 置き型吸音体設置前後の会議室内残響時間

波数に相当する 500Hz 帯域では、置き型吸音体設置前後の残響時間の差が 0.14 秒程度得られており、さらに、聴感による比較では置き型吸音体の効果が得られ、会議等の会話がしやすくなったと感じた。

以上により、話しにくい、聞き取りにくいといった残響の影響による不具合について、音環境プレゼンテーションシステムを使用して適切に事前評価を行うことにより、有効な対策を実施できることがわかった。

## 5. あとがき

本稿では、改良した音環境プレゼンテーションシステムの概要と適用例について報告した。本システムの適用場面として、以下の場合が考えられる。

### i. 設計仕様の確認

ex. 建物の基本計画、実務設計における音環境性能の確認

### ii. 対策効果の程度の確認

ex. 事業主など、専門知識をもたない人を対象としたプレゼンテーション

今後、試聴音の再生方法についてさらに検討を進める予定である。

## 【参考文献】

- 1) 日本建築学会編「建築物の遮音性能基準と設計指針・第二版」、技報堂出版株式会社、pp.1-51、1997 年
- 2) 稲留康一、飛松幸彦、「側路伝搬音の予測手法に関する研究(その 1) 窓からの廻り込み音の予測手法」、奥村組技術研究年報 No.26、pp.93-98、2000
- 3) 稲留康一、飛松幸彦、「側路伝搬音の予測手法に関する研究(その 2) 外壁固体音の入射・放射面積の影響と対策法に関する研究」、奥村組技術研究年報 No.27、pp.85-90、2001
- 4) 稲留康一、山上 聡「床衝撃音予測手法に関する研究—実大試験床版の概要および実験結果—」、奥村組技術研究年報 No.31、pp.87-92、2005
- 5) 稲留康一、「床衝撃音予測手法に関する研究—その 2 床仕上げ、内装仕上げの影響について—」、奥村組技術研究年報 No.32、pp.69-74、2006
- 6) 飛松幸彦、西岡計成、木村真也、稲留康一、「遮音性能評価システムの開発」、奥村組技術研究年報 No.23、pp.109-114、1997
- 7) 稲留康一、萩原武彦、梅谷正彦「遮音性能評価システムの改良」、奥村組技術研究年報 No.28、pp.55-60、2002
- 8) 前川純一、森本政之、阪上公博著、「建築・環境音響学 第二版」共立出版株式会社、pp.61-62、2004 年