

# 研究結果報告書

## 1. 研究題目名

ドア操作音の定量的評価法の開発

## 2. 担当者

徳島県立工業技術センター

電子・情報技術担当 麻植 雄樹

生活科学担当 中岡 正典

ニホンフラッシュ株式会社

技術開発部 野沢 伸二

産業技術総合研究所 柏センター

認知環境コミュニケーション研究チーム 梅村 浩之

## 3. 結果報告

### ○背景・目的

最近、消費者のニーズは多様化しており、室内ドアをはじめとする内装建具においては、使いやすさなどの基本性能に加えて、快適性、デザインなどの消費者の感性に訴える感性価値の向上が求められている。人間の五感の中で聴覚に着目すると、室内ドアから発生する音を快適に感じる音に変えることで、感性価値を高め、消費者の満足感を高めることができる。設計段階で製品のコンセプトに応じた機械的特性を設定するには、製品の機械的特性に伴う人が感じる音の印象の違いについて把握する必要がある。

本研究では、室内ドアを対象とし、操作音の評価法について検討を行った。ユーザーが知覚する操作音の中でも、ドアの閉じ音とロック音に着目した。ドアの操作音は、ドアを構成部品の機械的特性に大きく依存する。そのため、ドアの機械的特性や主観評価の関連性を把握することが可能な評価システムを構築した。

### ○研究内容

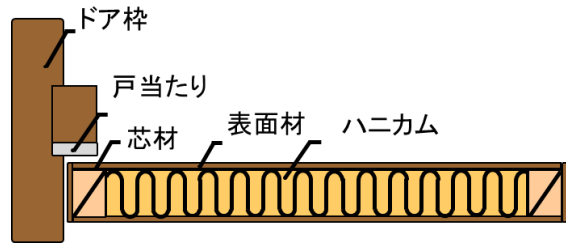
本研究では、ドアの操作時に生じる音響特性、機械的特性、アンケート形式の主観評価の関連性を把握することが可能な評価システムを構築した。

#### ・対象とするドア

本研究で対象とするドアは、フラッシュドア（図1）とする。フラッシュドアは、両面に表面材を太鼓張りにしてつくられた扉である。板の内側は、角材やハニカムコア（紙や金属でできた六角形の蜂の巣状の芯材）で補強されている。



全体図



上面図

図1 フラッシュドア

• 音響計測

レコーダーマイクロフォンを搭載した PCM レコーダー（SONY 製 PCM-D100）とバイノーラルマイクロフォン（Adophox 製 BME-200）を用いてノック音と閉じ音の計測を行い、それぞれの結果を比較した。バイノーラルマイクロフォンで収録する音響特性は、PCMレコーダーで収録する音響特性と異なり、人間の耳の集音する音響特性は、頭部形状等で変化することを確認した。そこで、ステレオ録音方式の一つで、人間の頭部の音響効果を再現するダミーヘッドマイクロフォン（サザン音響製 Type2500ES）を用いて、本計測（図2）を行った。計測データに対して、オクターブバンド分析や心理音響学の分野で用いられている心理音響評価量などの評価を行った。



図2 音響計測

- 機械的特性の計測

設計値の決定を行うために、音の発生の起因する機械的特性を把握する必要がある。音を発する振動体の特性は、質点、ばね、ダッシュポットを組み合わせた機械系等価回路で表現できる。このため、振動特性を把握することで、これらの組み合わせ方の方針が定まり、音響特性をコントロールすることができる。振動の計測方法として、ドアの表面に加速度センサーを設置し、加振力（入力）に対する変位（出力）について計測した（図3）。ノックについては、インパクトハンマーを用いた入力を行った。ハンマーでドアを加振した際のハンマー先端のカセンサーを基準にしたドア上の測定の変位の周波数応答関数（変位/力）を算出し、評価を行った。図4に示すように、測定点は左から1～9の9点である。

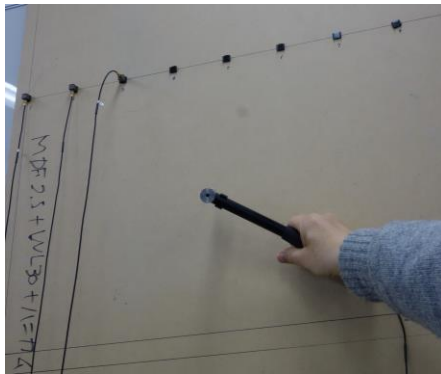


図3 振動計測

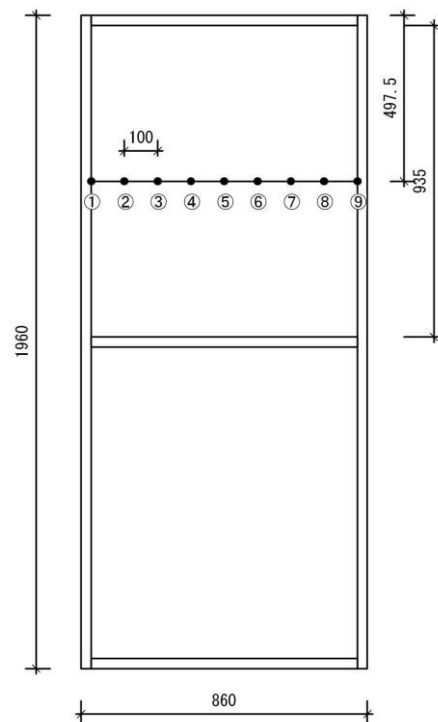


図4 振動計測の位置

- 主観評価

主観評価は、聞いた音に対していくつかの形容詞対を用いて主観的に評価する方法であるSD法（Semantic Differential法）を採用した。感性・官能評価システム（メディア・アイ製 J-SEMS）を用いて、SD法などの官能評価を行うことを可能にした（図5）。本システムは、試験画面作成や検査入力用に小型タブレットを用い、小型コンピュータにより、データ集計や統計処理を行うことができる。本システムは、スマートフォンと同じタッチ入力であるので、試験画面の作成や試験が直感的に行うことが可能である。評価条件を立案した後に、本システムを用いて、主観評価を行った（図6）。



図5 官能評価システム

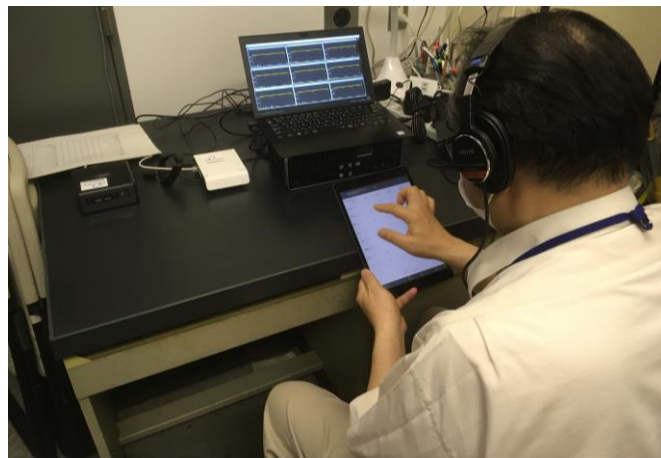


図6 官能評価

## ○ 結果

構築した評価システムで評価を行った結果、ドアの操作時における音響特性、機械的特性（振動特性）、主観評価の傾向を概ね把握することができた。中でも、官能評価を行う際には、音の収録方法が重要であることがわかった。収録方法によって、実験参加者への提示音の音響特性が変わってくるため、ユーザーが知覚するリアルな音を収録することが必要である。ロック音に対するオクターブバンド分析結果を図7に示す。音圧は相対値として収録した結果である。図7からわかるように、音響特性の違いは、左右のチャンネル差より、マイクロフォンの種類による影響が大きい。バイノーラルマイクロフォンでは、低周波成分と高周波成分がカットされる傾向が見られ、耳殻、人頭および肩まで含めた周辺物によって生じる音の変化（頭部伝達関数）の影響を受けていることが考えられる。従って、収録される音響特性に応じて、実験参加者への音刺激に対し感じる印象も異なることが測定されるため、ダミーヘッドマイクを用いた収録が必要であることがわかった。

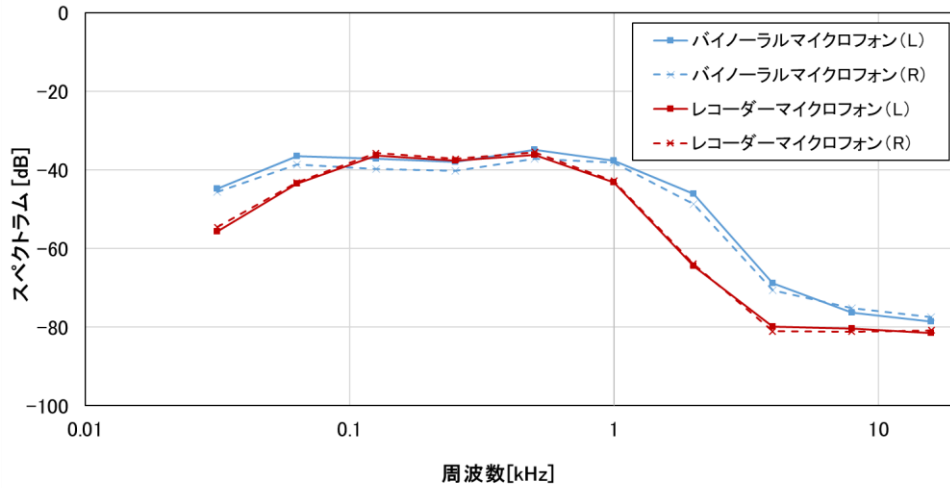


図7 ノック音のオクターブバンド分析結果（相対値）

### ○まとめ

本研究では、ドアの操作時における音響特性、内装ドアの機械的特性、アンケート形式の主観評価の関連性を把握することが可能な評価システムを構築し、操作音の評価法の開発を行った。今後、共同研究企業と連携し、本研究の成果を設計に盛り込み、製品化に向けた開発を行っていく予定である。