

# デジタルツインを用いた騒音問題の解決について の一考察

島村涼平・森 慧・高垣颯介・諸井聖隼

波多江茂樹

## A Study on Solving Noise Problems Using Digital Twin

Ryouhei Shimamura, Kei Mori, Sousuke Takagaki, Akito Moroi  
and Shigeki Hatae

**Abstract:** The theme of "solving social problems" using the digital twin was presented as a practical training assignment. The reasons for selecting "solving a noise problem," the identification of the problem in a questionnaire survey, the creation of a prototype, and the cost of putting it into operation are described.

**Keywords:** Digital Twin, Solving a noise problem, Questionnaire survey, Cost management

### はじめに

これは東京国際工科専門職大学の地域共創デザイン実習で行ったものをまとめたものである。デジタルツインとは、現実世界を模した3Dモデルと、それに紐づくデータが統合された仮想現実を作成し、それを用いて新たなソリューションを見つけるプロセス全体を表すものである。実習課題でデジタルツインを用いて「社会課題を解決する」をテーマとして提示された。「騒音問題の解決」を選定した理由、アンケート調査による課題の抽出、プロトタイプ作成、それを運用するためのコストについて述べる。

### 1. 課題の設定

我々が経験した騒音によるご近所トラブルから音について着目した。そして、実際に騒音などの音が原因でご近所トラブルになっているかどうか調べた結果、トラブルの原因で音に関係するものは「騒音」、「ペットの飼育やマナー」、「子供の泣き声」があり、全体の4割を占めることからご近所トラブルと音による問題は関係性があることが分かった [1]。しかし、生活する中で音には部屋の内側からの音と外側からの音の2つがあり、その2つの音は性質が異なるため、1つに絞る必要がある。また、提案するサービスに対するニ-

ズやターゲットとする客層を調べるため、いくつかのアンケートを行った。アンケート結果から解決すべき課題を「音漏れの不安」とし、本サービスのターゲットを「音漏れ対策をしたい10～20代、特に20代の若者」とした。

## 2. アンケート調査

「提案するサービスに対するニーズはあるか、そのサービスにどれくらいの人がコストをかけるかが分からない」の調査を目的として実習内でアンケート実施した。実施する際は、実際にどのような状況で、どのような人々が、このサービスを必要とするかを明らかにできるように質問を設定した。

### 2.1 アンケートの内容

アンケート内容は、以下のようになっている。

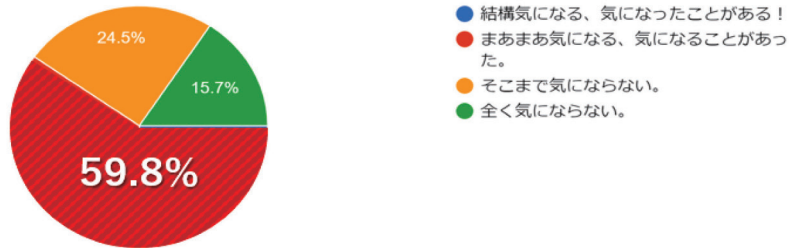
- ①あなたの年齢について教えてください。
- ②あなたが現在お住いの家は？
- ③自分の部屋から音漏れしているか、気になることはありますか？ありましたか
- ④音漏れ対策に、いくらまでお金を出せますか？
- ⑤どの程度、音漏れを防ぎたいですか？
- ⑥実際、音漏れ対策をしていますか？
- ⑦どのくらいかかりましたか？
- ⑧どのくらい時間がかかりましたか？
- ⑨音漏れ対策をしないのはなぜですか？
- ⑩近隣住民の生活音、気になりますか？
- ⑪生活音を気にならなくするために、いくらまでお金を出せますか？
- ⑫どの程度、周囲の音を防ぎたい？

### 2.2 アンケート結果

181人に調査を行った結果から以下のことが分かった。

図1より「自分の部屋からの音漏れ」の方が「近隣住民の生活音の音漏れ」よりも気にしている割合が高いことが読み取れる。この結果から「自分の部屋からの音漏れ」についての課題の方が防音対策をするためのシステム・サービスのニーズがあることが分かった。

自分の部屋から音漏れしているか、気になることはありますか？ ありましたか？  
159 件の回答



近隣住民の生活音、気になりますか？  
159 件の回答

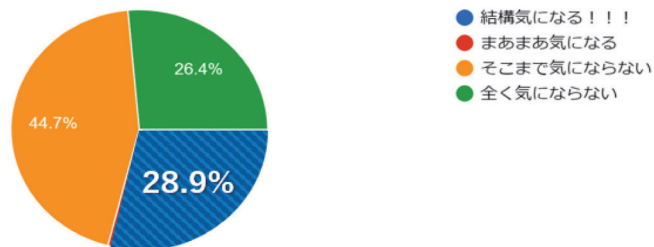


図1 音漏れを気にする割合

図1より「自分の部屋からの音漏れ」に最も気にしている年齢層は10代から30代が多くなっている。また、年齢別で「お金を出せる」かつ「自分の部屋からの音漏れが気になっている」割合のこの2つの事柄よりターゲットは10代から20代の若者として設定することが最も望ましいと考えられる。また、図4より「音漏れ対策をするために50000円までなら出せるという割合」が64.2%を占めていた。この結果より課題として考えている人はコストを費やしてまで解決したい課題であるということが分かった。

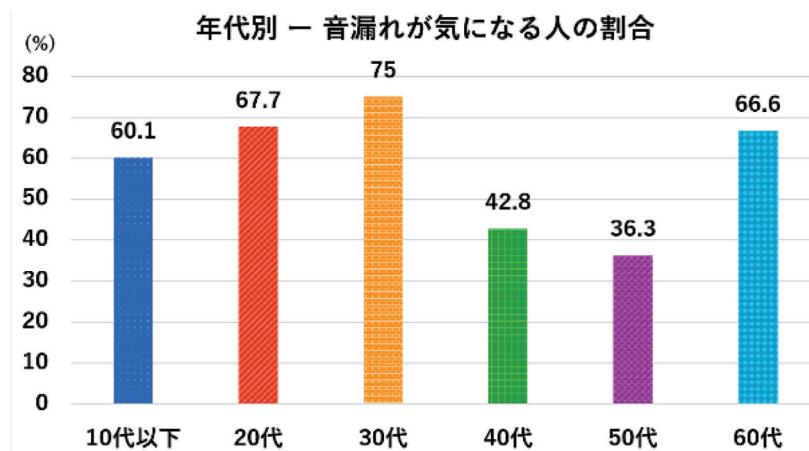


図2 年代別 - 音漏れが気になる人の割合

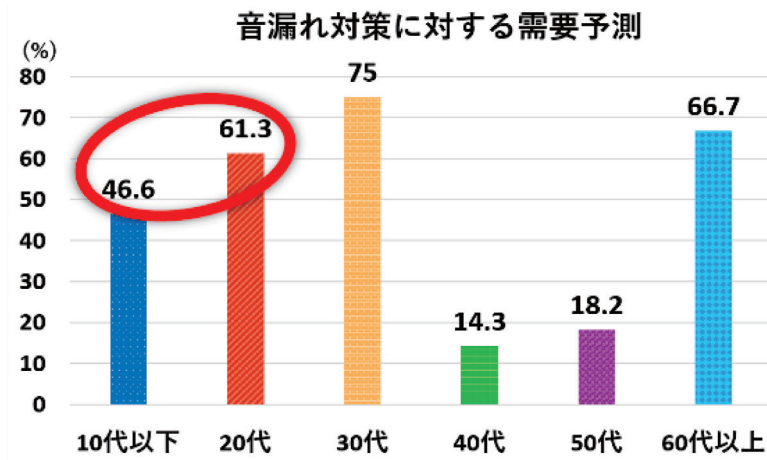


図3 音漏れ対策に対する需要予測

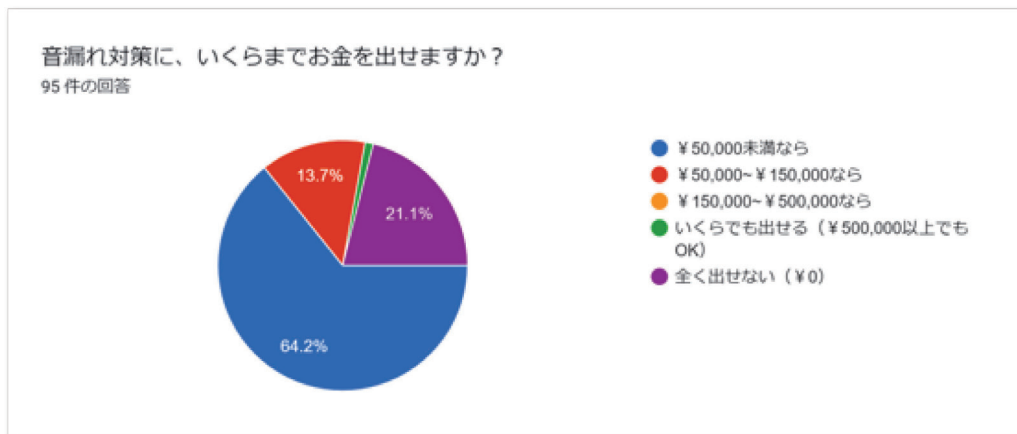


図4 音漏れ対策に費やすことのできるコスト

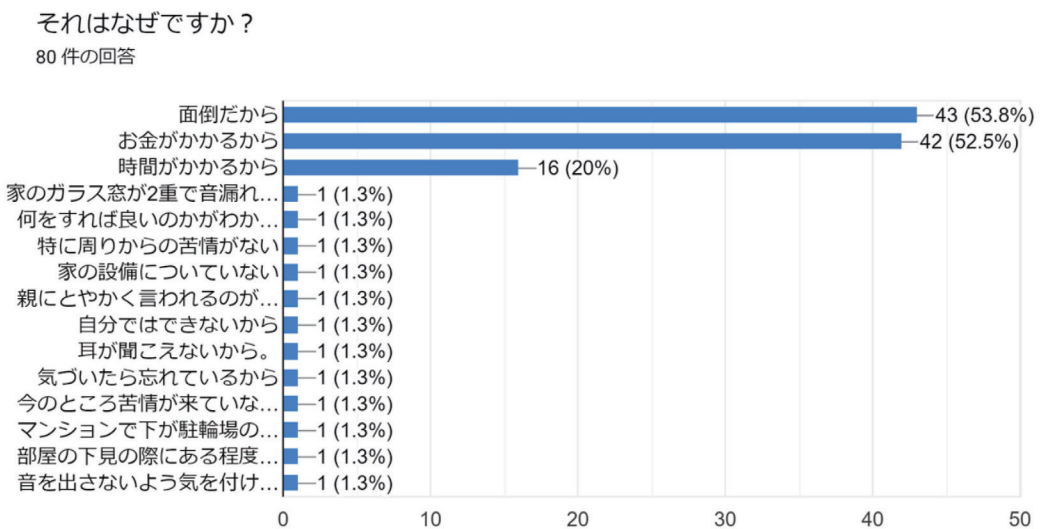


図5 音漏れ対策をしない理由

図5より、音漏れ対策をしていない理由の上位2つは「面倒だから(53.5%)」、「お金がかかるから(52.5%)」であることが読み取れる。この結果からユーザーに分かりやすく音漏れ対策を提案する。また、ユーザーにかかるコスト的負担を少しでも低減することができるサービスがニーズを満たしていることが考えられる。

アンケート調査の実施を総括すると、アンケート調査の目的であった「本当にニーズはあるか、そのソフトにどれくらいの人がコストをかけるかがわからない」に対して、私たちが開発しようと試みているシステム・サービスはニーズがあり、コストを費やしてまで解決したい課題の1つであるためビジネスとして成立させることができるという結論に達することができた。

### 3. サービスのシステムの概要

デジタルツインを活かした課題解決方法を考えた際、音漏れの不安を解消する場合、防音材を使用するが、時間や金銭的なコストがかかることや、「dB(デシベル)」という単位がわかりにくいことなどの問題があるため、これらの問題をクリアする解決方法が必要となる。

そこで我々は3D空間上でシミュレーションを行い、その部屋でどのくらいの音が外に漏れてしまうかを音の可視化によって明らかにすることにした。システム的にはユーザーにLiDAR機能のあるスマートフォンで検証したい部屋のデータをもらい、サーバー上でシミュレーションを行い、結果をユーザーに返すという形になる。金銭的なコストの問題を解決するために防音に必要な最低限の防音材とそれを張る位置を人工知能を利用して提案することにする。

サービス名に関して、デジタルツインを使用すること、音に関する課題を解決することの二つから、語感が良く、親しみを感じられるものを考えた結果「デジタルツ音(オン)」に決定した。

### 4. プロトタイプの実装

プロトタイプの実装に関して、上述したサービスの開発には音のシミュレーションが必要であったため、Unreal Engine 5のメタサウンドの活用を考えた。しかし、これらを活用できる環境がなかったため、サービス全体のプロトタイプの実装は断念した。その代わりに、シミュレーション結果のイメージとアプリの使用方法を共有するためにシミュレーションのソフトウェアとアプリのGUIの実装を行った(図6参照)。

プロトタイプは、音響3Dシミュレーションのイメージを想起させることを目的として作成されたソフトウェアであり、同ソフトウェア内で放出されるパーティクルを音と見立てて、擬似的にシミュレーションを行うものである。本サービスの開発環境はUnreal Engine 5(以下UE5)としているが、プロトタイプはUE5同様、汎用ゲームエンジンであるUnityを用いて作成し、パーティクルの表現は同エンジンに実装されているParticle Systemを使用している。なお実行環境としてWindows 10を搭載したPC上での動作を確認している。ソフトウェア実行時の各種操作に関して、カメラ操作はマウスとキーボード

を用いて行う。その他、十字キーやソフトウェアに実装されている各種ボタンにて(Ⅰ)パーティクルの放出(Ⅱ)壁面の表示、非表示(同時にパーティクルの動作開始と停止)(Ⅲ)パーティクルの通過度(コリジョン判定の精度)の設定(Ⅳ)全レッドチップ(パーティクルが壁を通過した際、その部分に生成されるオブジェクト)の削除(Ⅴ)シーンの再読み込み(Ⅵ)全セーブデータの削除(Ⅶ)パーティクルの反発具合の設定(Ⅷ)パーティクルの吸収基準の設定を行う。パーティクルは放出時から連続的に縮小していき、それに伴い変色していく。また、壁(オブジェクト)との衝突判定が行われた時も縮小する。

本プロトタイプはPCの画面サイズ(16:9・Full HD)に合わせて設計されている。しかし本企画は、LiDAR機能を搭載したスマートフォンをプラットフォームとして展開する予定のものであるため、本企画実現時にはGUIや視野角などをスマートフォン向けに大幅に調整する必要がある(図7参照)。



図6 作成したGUI

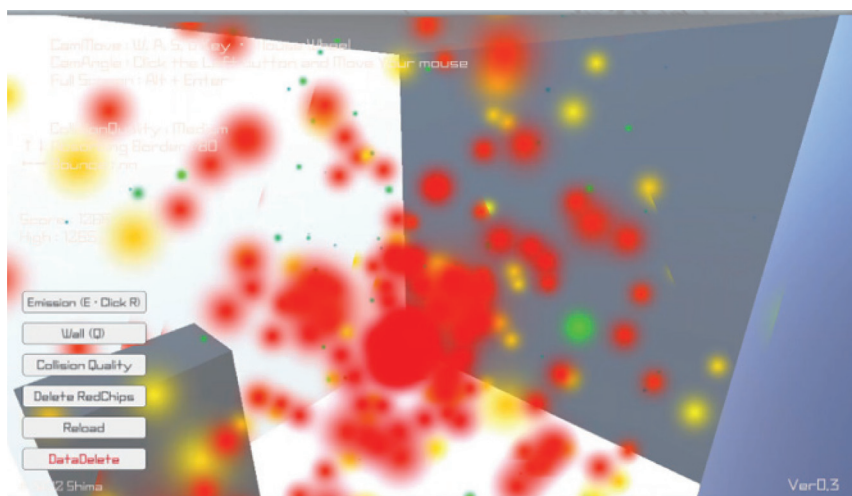


図7 プロトタイプ実行中のスクリーンショット

## 5. 開発したシステムの操作フロー

このサービスを使用するにあたり、ユーザーが行う操作はどんなものなのか、システムはどのような動きをするのかを分かりやすくまとめる必要があると考え、右の画像の操作フローを作成した（図8参照）。

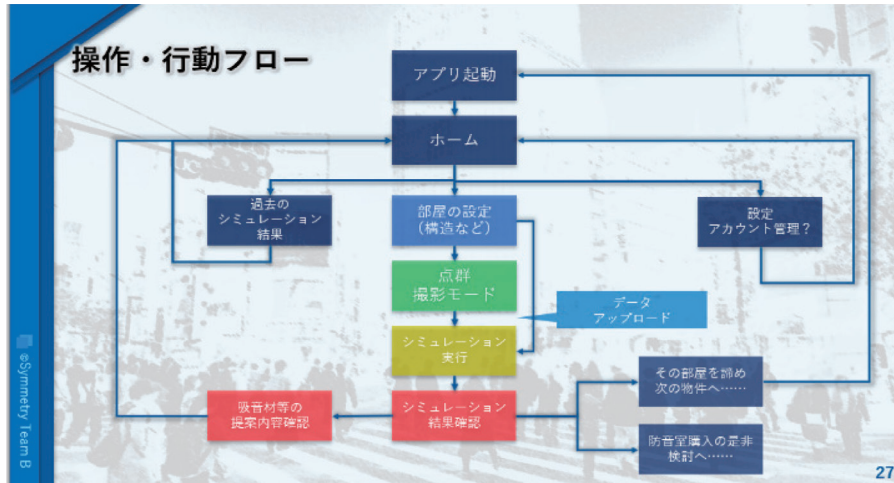


図8 ユーザーの行動の流れ

## 6. 運用コスト

このサービスの運営を行う際のコストについて、初期費用はどれくらいかかるのか、運営していく場合、年間にいくらかかるのか、その内訳まで細かく議論し、そのコストを3年で回収する際の必要売り上げを求めた。また、1年間の売り上げ目標を6か月で達成することを基準として、達成できなければこのサービスの黒字の目途が立たない場合撤退を行うと決めた。理由としては、売り上げが出せない事業を続けることは会社として良い選択ではないと考えたためである。なお、運用コストの回収（収益の確保）は、シミュレーションを行っている間の待機時間等に表示する広告（主に音漏れ対策に関する企業のもの）や、主に企業（ex. 不動産関係）が使用することを想定したサブスクリプションサービス（定期的に料金を支払い利用するコンテンツやサービス）を通して行うことを想定している。

## 7. 開発・維持コスト

開発・維持コストについて「Amazon Web Service」（以後AWS）の従量課金制クラウド上での運用が理想的なサーバーの環境であると考えている。クラウド上での設計イメージは図9のようになっている。主に、「Cloud Front」、「VPC」、「EC2」、「RDS」、「S3」というサービスを使用する。これらのサービスを利用することで自分たちがサービス提供を行う際に発生する可能性のある「遅延によるユーザーへのストレス」、「セキュリティ」、「アクセス

制御」、「Unreal Engine5 の動作、処理」、「個人ごとのアカウント管理」、「実行データの保存」の問題を事前に対策を行った上でサービスを提供することができるからである。

運用コストについては月 1000 万アクセスを受けつけ、サービス提供開始から 3 年間で黒字経営にするための年間売上目標を計算した場合、上記の AWS を利用費である約 61 万円と AI の外注費を加え 261 万円として試算した。しかし、この AI の外注費を細かく述べる事が出来ず説明の信憑性に欠けてしまったためこの部分は課題である。

収入源についてはこのサービス内での広告収入とスポンサーである。理由としては以前行った「音漏れ対策におけるいくらまでお金をだせるのか」というアンケート調査の結果から「面倒だから」及び「お金がかかるから」という回答が共に 40% 以上を占めていたため、広告収入にすることで「お金がかかる」という問題点を解決することができるからである。もう 1 つの収入源であるスポンサーに関してはサブスクリプション機能の使用料を取ることで収入源の 1 つとして考えている。サブスクリプション機能「デジタルツオン pro」のサービスについては「今まで行ったシミュレーション結果との比較用に結果の保持」、「音の流れ方を表現した動画形式のダウンロード」、「広告再生なし」、「店舗ごとのアカウント共有」、「入力データの保存」のサービス提供を計画している。また、図 9 はサブスクリプションの料金設定である。価格設定は日本の不動産上位 7 社が展開している約 7000 店舗のうち 1700 店舗がサブスクリプションを利用することで年間の運用コストを賄える価格に設定した。

**運用コストを考える** デジタルツオン Pro(仮)

- ◆シミュレーション結果をサブスク期間保持&動画形式でダウンロード  
—過去に内見した部屋との比較検討にどうぞ！
- ◆広告非表示
- ◆(法人) 12ヶ月分購入の場合 アカウントを共有できる
- ◆過去に入力した部屋構造を保存。  
—面倒な作業をスキップ！

期間	初回	2回目以降
1ヶ月	¥100	¥200
6ヶ月	¥500	¥1,000
12ヶ月	¥1,000	¥2,000

42

図9 サブスクリプションサービス

## おわりに

デジタルツインという技術を用いて、社会問題の新しい解決方法を探し出す課題に取り組んだ。我々が選んだのは「騒音問題の解決」についてである。まず最初に、アンケート調査により課題を抽出した。次に、プロトタイプを作成し、それを運用するためのコストについて考察した。さらに、開発・維持するコストについても考察した。

「デジタルツ音」は、どこからどのくらい音漏れをしているのか、どんな対策にどれくらいのコストがかかるのかといった、(音の)可視化から(音漏れ対策の)可視化を実現するサービスである。このサービスによって賃貸契約、防音設備、吸音材やスピーカーの位置を調整するなどの対策を行うことで、音漏れ解消といった課題が解決されることを期



待している。

#### 参考文献

- [1] 「近隣トラブルに関する実態調査」あなたのご近所でも起きている！？ご近所トラブルに巻き込まれたことがある人は、2人に1人！トラブル解決に動く人は、全体の7割近くに！ - 相談サポート通信 | アスクプロ株式会社

<https://news.soudan-form.com/news/post183.html>

島村涼平 東京国際工科専門職大学 工科学部 デジタルエンタテインメント学科 2年生  
森 慧 東京国際工科専門職大学 工科学部 デジタルエンタテインメント学科 2年生  
高垣颯介 東京国際工科専門職大学 工科学部 情報工学科 2年生  
諸井聖隼 東京国際工科専門職大学 工科学部 情報工学科 2年生  
波多江茂樹 東京国際工科専門職大学 工科学部 情報工学科 講師