

## HMDを用いた体験型航空機騒音評価システムの構築

中央大学 学生員 近藤 大智  
 中央大学大学院 学生員 木下 公二  
 中央大学 正会員 櫻山 和男

### 1. はじめに

騒音とは人が不快に感じる音であり、航空機騒音は日常生活で発生する騒音のうち最も大きな騒音源である。低騒音型の航空機が普及していることにより、航空機から発する騒音は減少している。しかし、航空機の年間発着回数は年々増加しており、今後も東京オリンピックの開催の影響で増加していくと考えられている。また、航空機の増便に伴い、より効率的な離着陸を行うために飛行経路が変更され、新たな地域で騒音問題が増加する恐れがある。

著者らは、航空機騒音に着目し、没入型 VR 装置を用いた体験型の騒音評価システムの構築を行ってきた<sup>1)</sup>。既往のシステムは、コストが高く持ち運びができないというデメリットがあった。

そこで、本研究では可搬性に優れており、比較的低コストである HMD(Head Mounted Display) に着目し、評価システムの構築を行った。数値解析例として、羽田空港を離陸する航空機騒音を対象に、VR 空間内の計算値と実際の航空機騒音の実測値を比較することで妥当性の検証を行った。

### 2. システム概要

#### (1) 開発環境

本システムの開発には Unity version:5.6.4f1 を使用し、プログラミング言語は C#を用いた。本システムでは、VR 空間内で騒音の評価を行うために、Unity 内の音を設定する AudioSource 及び音を出力する際に調整・記録を行うことが可能な AudioMixer を用いている。投影には、PC 版 VR プラットフォームである Steam VR を用いて Oculus Rift を使用している(図-1)。また、専用のコントローラーである Oculus Touch を用いて、VR 空間内で観測者の移動を行うことにより、任意の地点においての観測を可能としている。

本システムのフローチャートを図-2 に示す。本システムは、まず観測者と航空機モデルの位置座標を取得している。次に、その位置座標を用いて音圧レベルの計算を行い、観測者に配置した音源に反映し、VR 空間に投影している。

#### (2) 3D モデルの導入

構造物モデルは、3D モデリングソフトウェアである SketchUp を用いて作成している。羽田空港の地形モデルは、基盤地図情報や航空写真から得られた情報を基に作成している(図-3)。Unity 内のスケールとモデリングソフトウェアで作成した 3D モデルのスケールが異なるため、1 辺



図-1 HMD(Oculus Rift) と Oculus Touch

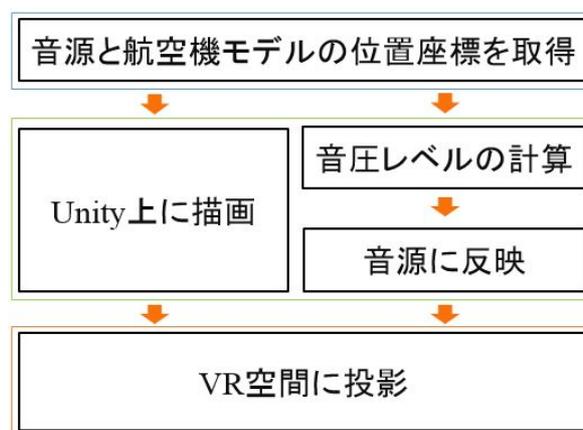


図-2 フローチャート

100m の Plane を Unity 内に作成し、実際の滑走路の長さを基に調整を行っている。航空機は、Boeing737-8 モデルを導入している。また、観測者は羽田空港 B 滑走路に配置している。

#### (3) 音響計算

本研究では、航空機騒音の伝搬計算に幾何音響理論に基づく計算式モデル "ASJ RTN-Model2013"<sup>2)</sup> を用いており、観測点における音圧レベルを次式で表す。

$$SPL_0 = L_W - 20 \log_{10} SD - 8 + \Delta L_{cor} \quad (1)$$

$SPL_0$  は観測地点での音圧レベル [dB]、 $L_W$  は音響パワーレベル、 $SD$  は観測地点と音源までの距離 [m]、 $\Delta L_{cor}$  は音源から受音点に至る音の伝播に影響する補正項であり、本研究では補正項は考慮していない。

KeyWords: 航空機騒音, HMD, VR

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1808 E-mail a14.mwpy@g.chuo-u.ac.jp

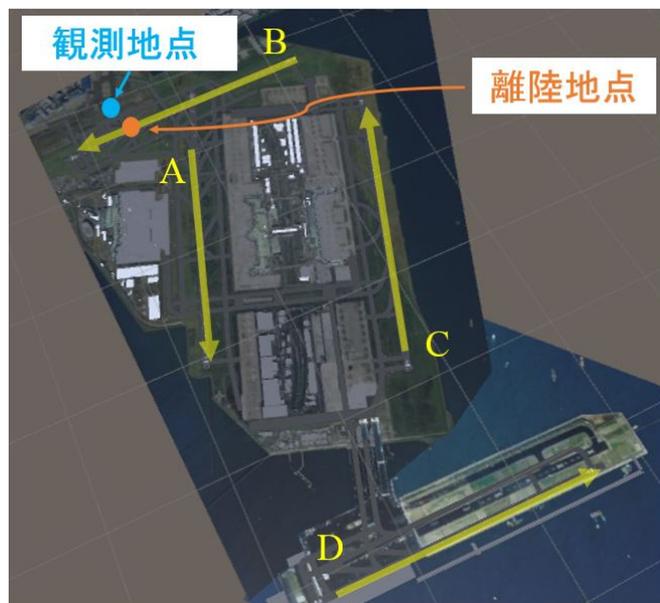


図-3 本適用例で用いる羽田空港モデル

図-4 に示す AudioSource のグラフは、受音点と音源の距離に応じて音量を増減させるものである。このグラフには計算式を直接導入することができないため、既往の研究<sup>3)</sup>では、(1) 式で求めた計算値を手作業でプロットすることにより騒音の可聴化を行っており、厳密に音圧レベルが再現されていなかった。本研究では、(1) 式によって求めた計算値を AudioSource 内の Volume 欄に反映させるスクリプトを導入して航空機騒音の可聴化を行っている。なお、Unity での計算値は、AudioMixer を用いて観測地点での音圧レベルを記録している。

### 3. 適用例

本システムの妥当性を検証するために、図-3 に示す羽田空港を対象として、VR 空間内の計算値と実際の航空機騒音の実測値の比較を行った。なお、今後航空機の離陸が増加することが考えられている羽田空港 B 滑走路を適用例とした。図-3 に、離陸地点と観測地点を示す。図-5 に B 滑走路脇の観測地点からの離陸の様子を示す。また、VR 空間内の計算値と実際の航空機騒音の実測値の比較は発表当日に示す。

### 4. おわりに

本研究では、可搬性に優れており、比較的低コストである HMD に着目し、羽田空港周辺での航空機騒音の評価システムの構築を行った。また、VR 空間内の計算値と実際の航空機騒音の実測値を比較することで妥当性の検証を行った。

今後の課題として、より高品質なシステムの構築のために、ドップラー効果の検討が挙げられる。

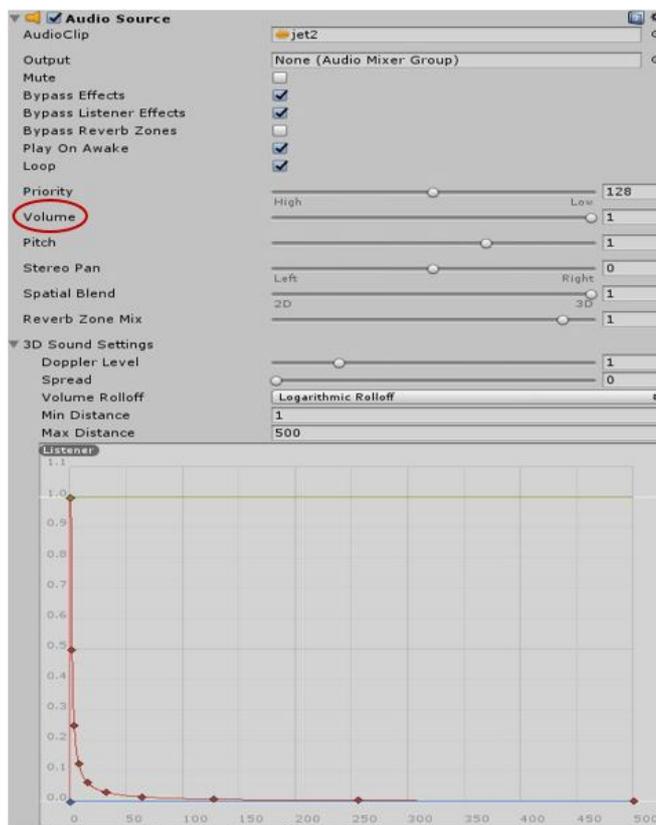


図-4 AudioSource



図-5 B 滑走路脇の観測地点からの離陸の様子

### 参考文献

- 1) 石田安理, 山本恭平, 吉町徹, 櫻山和男, 志村正幸: VR 技術を用いた体験型航空機騒音評価システムの構築, 土木学会論文集, Vol72, 2016.
- 2) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会: 道路交通騒音の予測モデル"ASJ RTN-Model 2013", 日本音響学会誌.
- 3) 伊原諒平, 野坂創一, 木下公二, 櫻山和男, 吉永崇: HMD を用いた鉄道騒音評価システムの構築, 第 45 回土木学会関東支部技術研究発表会, I-31, 土木学会, 2018.
- 4) 国土交通省: 羽田空港のこれから, <<http://www.mlit.go.jp/koku/haneda/>>, (入手 2018.12.20).
- 5) 環境省: 航空機騒音測定・評価マニュアル, <<https://www.env.go.jp/air/noise/airplane/manual.html>>, (入手 2018.12.20).