

聴覚障害理解のための VR 環境音体験システムの開発と評価

呉 京澤¹ 北 義子² 伊藤 隆浩³ 成田 あゆみ¹ 西村 雅史¹静岡大学¹ 武蔵野大学² 長崎ベルヒアリングセンター³

1. はじめに

聴力低下がある場合、音源を感知する機能に混乱が生じる。音源定位能力の制限は日常生活における偶発的事故の危険性を高める。一側難聴者は聴覚が健耳のみに制限されており、両耳で聴覚情報処理ができないため、音源定位が非常に困難になる[1]。難聴者が自分の音源定位能力を理解し、高めようとすることは日常の危険を避ける意味で重要である。既に学習による音源定位能力の向上は確認されているが[2]、音源の位置は前方のみに限定されており、実際の音環境を忠実に再現したものではなかった。

横倉ら[3]は、仮想現実(以下 VR)下で音の到来方向と距離の違いによる音の大小に関する難聴体験が可能なシステムを開発し、その評価を行った。ただ、VR システムとしてはシンプルで、描写される空間も模擬的なものであったため、実際の音環境を感じさせるものではなかった。

現実感のある環境下で音源定位能力を評価することができれば、さらに効率的な音源定位に対する理解や学習が可能になると期待される。また、健聴者が想像しにくい一側難聴者の困難に対して、現実的に理解できると考えられる。今回、図 1 に示すような VR 環境音体験システムを構築した。実写映像と 4 方向に配置した 4 つのスピーカーを利用して、現実感のある音環境空間を再現している。

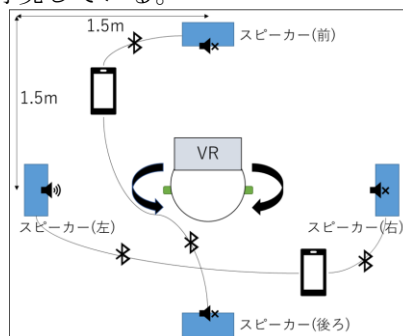


図 1: VR 環境音体験システム

一側難聴者は補聴器や人工内耳を装着している場合があり、ヘッドフォンを利用して音環境

Development and Evaluation of VR Environmental Sound Experience System for Understanding Deafness
Kyungtaek Oh¹, Yoshiko Kita², Takahiro Ito³, Ayumi Narita¹, Masafumi Nishimura¹

¹ Shizuoka University

² Musashino University

³ Nagasaki Bell Hearing Center

空間を体験することが困難である。本システムでは、実際に録音した自転車のベル音、男性、女性の声の 3 種類の環境音を 4 つのスピーカーから提示する。3 種類の環境音の音圧レベルをそれぞれ 3 段階に調整し、距離の違いによる音圧差を模擬した。

2. VR 環境音体験システム

先行研究[3]で提案されたシステムは体育館イメージ(背景)と赤色風船(オブジェクト)で構成されている。また、環境音が聞こえた方向を、テキスト入力を用いて選択するようになっている。一方、本 VR システムでは 3 種類のシーン(自転車、男性、女性)それぞれに異なる背景、オブジェクトを用意した。各シーンの背景、オブジェクト映像は 360 度カメラを用いて撮影した。また、図 2 に示すように、ユーザーを中心に前後左右にそれぞれオブジェクトを配置した。



図 2: VR での動画再生イメージ(男性シーン)

3. 実験の方法

本研究では実際の難聴者に対する評価実験を行う前に、健聴者に対してシステムの評価実験を実施することとした。そのため、健聴者には遮音値が 33dB である耳栓と VR 機器(Oculus Go 2)を装着し、難聴の体験を行う。耳栓を両耳に装着するパターン、左耳のみ装着するパターン、耳栓を装着しないパターンの 3 パターンで実験を行う。

実験者はスピーカー 4 台から音圧 3 種類の環境音を決められた順序に提示する。被験者は環境音が聞こえた方向に向けて体を回し、その方向にあるオブジェクトをクリックする。クリック後、オブジェクトが正答に該当するジェスチャーを表すため、被験者は正解だった方向を確認することができる。12 回の聴取実験(距離 3 種

類 x 4 方向) ののち、聴取結果を表示する。ユーザーはこれを確認することで自身の聴取能力を確認することができる。耳栓装着方法 3 パターン、環境音 3 種類について実験を行う。実験後、アンケートを実施して本システムを評価してもらおう。アンケートでは、本システムの改善点を求め、効果を検証する。

また、先行研究[3]のシステムを簡易に体験してもらい、対比実験を行う。風船と実写映像を比較し、VR システムのリアリティが高まったか、それが音環境空間の理解に役立ったかなどの点を確認する。加えて、VR 機器を使用せず本システムを体験してもらい、VR の効果を確認する VR なし実験を行う。

4. 実験結果

20 代の健聴者 7 人を対象に実験を行った結果、図 3 に示すよう、耳栓を両耳に装着した場合(左側)と、片耳のみ装着した場合(右側)の音源方向選択の特徴が観測できた。耳栓を装着していない場合、全方位の音源に対して 100%に近い正解率が観測された。

健聴者が耳栓を両耳に装着した場合、環境音の音圧レベルが減少するほど被験者の誤答率が増加した。また、前後方向の音源の正解率が左右の音源と比べて相対的に低いことが確認できた。図 4(左側)に示すよう、前後方向の音源に対して、逆方向の音源を選択して誤答になった場合が多数だった。耳栓による音情報の損失が原因で、被験者は前後方向音の周波数特性の相違を感知することが難しくなり、前後方向の音源が明確に区分できないと考えられる。

耳栓を左耳のみ装着した場合、図 4(右側)に示すよう、前後方の音源に対して右を選択して誤答になった場合が大幅に増加した。偏向された音情報が聴覚の均衡を破り、前後の音源に対する判断が歪曲されたと思われる。

本システムの評価実験に対するアンケート集計の結果、自転車、男性、女性シーンのリアリティに対して肯定的に評価した応答が 86%、平凡だったと評価した応答が 14%であった。本システムを使用することで、100%の被験者が難聴の特徴が体験でき、実験前と比べて難聴者への理解が高まったと答えた。被験者は本システムを利用することで、難聴者が経験する音環境空間が現実感のある環境で体験できたと考えられる。

先行研究[3]との比較実験の結果、本システムのリアリティに対して、6 人が先行研究[3]のシステムより改善したと評価し、現実感のある VR システムが音環境空間の理解に役に立つと応答

した。「リアリティが高まったとは言えない」と答えた強度近視の被験者 1 人に感想を聞いたところ、「眼鏡を付けなかったから VR の画面がよく見えなかった」というコメントが得られた。VR なし実験の結果、100%の被験者が音環境空間の理解に対して、VR システムを使用することは効果的であると答えた。本システムのリアリティは先行研究[3]と比較して向上し、音環境空間の理解に対する本システムの効果が確認できた。

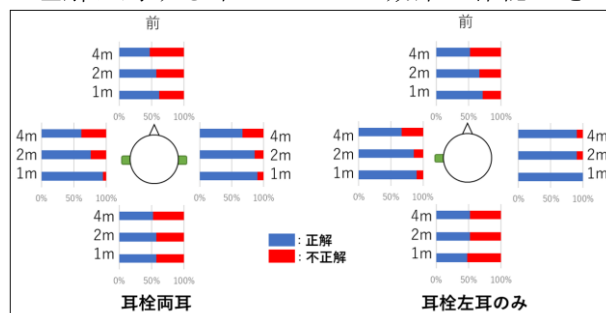


図 3：耳栓の付け方による音源方向選択結果

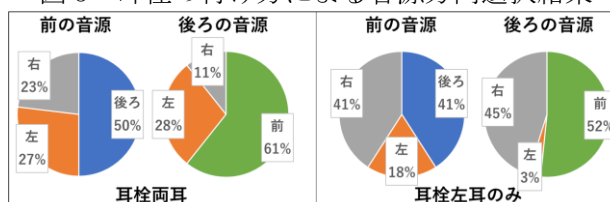


図 4：前後方向の音源に対する誤答パターン(正解除く)

5. おわりに

本研究では、VR 環境音体験システムを開発し、難聴状態を模擬した健聴者に対して評価を行った。聴覚制限により、前後方向の音源において逆方向の音源を選択するか、耳栓を装着しているのとは反対側の音源を選択するケースが多数観測された。アンケート集計結果、本システムのリアリティは先行研究[3]と比較して向上し、難聴状態における音環境空間のリアルな体験が可能となったことを確認した。

参考文献

- [1] 小村優子 et al., “聴覚障害者の音源定位に関する研究の展望”, 心身障害学研究, 28, 123-132, 2004
- [2] Jill B. Firszt et al., “Localization Training Results in Individuals with Unilateral Severe to Profound Hearing Loss”, Hearing Research 319, 2014
- [3] 横倉仁美ら, “障害理解のための VR 環境音体験システムの開発と評価”, 情報処理学会第 83 回全国大会, 1ZH-03, 2021