

聴覚障害理解のための VR 環境音体験システムの開発

横倉仁美*⁽¹⁾ 成田あゆみ†⁽²⁾ 伊藤隆浩‡⁽³⁾ 志磨村早紀[§] ⁽⁴⁾北義子**⁽⁵⁾ 西村雅史*⁽⁶⁾

静岡大学* 国立障害者リハビリテーションセンター†

長崎ベルヒアリングセンター‡ 東京大学先端科学技術研究センター[§] 武蔵野大学**

1. はじめに

難聴者は音源定位に困難さを有している。音源定位が困難であると、周囲の環境音に耳を傾け、自身が置かれている状況に気づいたり、危険を回避したりすることが難しい。

片耳難聴者の音源定位を困難にする要因の一つとして、片側のみの聴覚情報入力の経験年数の長さが挙げられている。片耳難聴による制限を補うには、入射方向によって変化する聞こえ方の違いを活用する十分な経験が必要だと考えられている[1]。難聴者が、安全な日常生活を送るためにはまず自身の難聴の特性を理解し、音源定位能力の向上を図れるような学習をする必要がある。既に、環境音を聞くことによって環境に関わる情報を得る力を身につける環境音学習システム[2]が開発されているが、音の到来方向を含む実際の音環境を体験できるシステムではなかった。

相澤ら[3]は、仮想現実(VR)下で音の到来方向に関する難聴体験が可能なシステムを開発し、その有効性を示した。このシステムは健聴者を対象としたもので、両耳ヘッドフォンの装着が必要であった。一方、難聴者は人工内耳や補聴器を装着しており、ヘッドフォンを利用することはそもそも難しい。ここでは、音源のすぐ近くで録音し、聴取時には体験者から 2m の距離をあけて設置したスピーカーから音の提示を行い、VR を体験してもらう方法を検討する(図1)。また、音の到来方向だけでなく、音圧の大小についても提示する。

2. VR 環境音体験システム

本研究では、難聴者が自身の障害を知るとともに、音源定位の学習にも使用できる「VR 環境音体験システム」を開発した。本システムでは身の回りの環境音の聞こえを、VR 技術とスピーカーを用いて到来方向も含めてリアルに体験することができる。また、体験者の深い理解を促すため、体験者を中心とした同心円状のマップとして判定結果の可視化を行った。本システムを用いて意識的に、リアルタイムに、そして連続的に体験し、自分が聞き取りづらい方向や音を総合的に捉えることで、聴覚検査で作成されるオーディオグラムから得られる情報以上に自分の障害を理解が可能になることが期待できる。ここでは難聴者に体験してもらう前段階と

して、健聴者にイヤーマフを装着してもらい、システムの評価を行った。

本システムは、2つのシーンに分かれている。1つ目は、音を聞いて、どの方向から音がしたか回答するシーンである。360度画像上にパルーンが4方向に1つずつ設置されているのを確認した後、音を聞いてもらう。回答は、VR 付属のコントローラーのボタンを押すことによって行う。方向を回答する他、音を聞きとれなかった場合の選択肢も用意している(図2)。2つ目は、中心から4方向に同心円状に配置された計12個の立方体を上から見下ろすことによって実験結果を一括確認するシーンである(図3)。提示音の音圧と方向に対応する立方体の色を回答の正誤に合わせて変えることにより判定結果を表示する。中心から遠い程、音圧レベルが低いことを示している。色は、正解なら青色、不正解の場合は赤色、聞こえない場合は黄色に変化する。この判定結果の出力を「サウンドマップ」と呼ぶ。

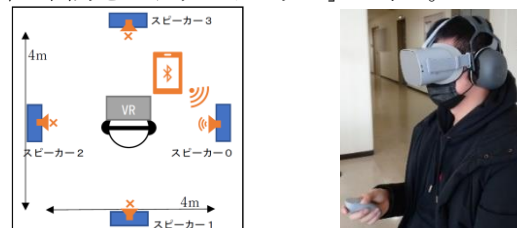


図1: VR 環境音体験システム



図2: 回答選択の様子

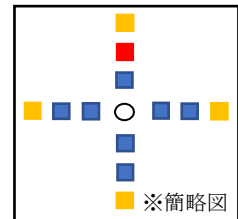


図3: サウンドマップ例

3. 実験の方法

実験では右、後ろ、左、前のいずれかから音をランダムに再生した。被験者にはどの方向から聞こえたか回答してもらった。全問回答終了後、サウンドマップを生成し、被験者に最終結果を確認してもらった。また、回答のログデータをもとに正答率を導出した。

Development of a VR environmental sound experience system for understanding hearing impairment

1)Hitomi Yokokura* 2)Ayumi Narita† 3)Takahiro Ito‡ 4)Saki Shimamura[§]

5)Yoshiko Kita** 6)Masafumi Nishimura*

*Shizuoka University †National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

‡Nagasaki Bell Hearing Center [§]the University of Tokyo **Musashino University

難聴者の聞こえを擬似的に再現するため、健聴者がイヤーマフを装着して実験を行った。使用したイヤーマフの遮音値(SNR)は37dBである。装着方法は、両耳にしっかりとあてる場合(聴力差なし)と、右耳のみにあてる場合(聴力差あり)の2種類行った。

使用する音は、女性が「おーい、こっちだよ」と声かけをする音、同様に男性が声かけをする音、自転車のベルを鳴らす音の3種類である。これらの音に対し3種類の音圧を設定した。1つ目は録音時と同じ音圧の再生音圧(音圧1)、2つ目は音圧1と音圧3の中間程度の再生音圧(音圧2)、3つ目はイヤーマフ装着時、音がぎりぎり聞こえなくなる程度に調整した再生音圧(音圧3)。音は、中心からそれぞれ4方向の2mの距離の位置にスピーカーを設置し、端末でスピーカーと再生音圧を制御しながら再生した。なお、この時の暗騒音レベルは37-41dBであった。

被験者は健聴である20代前半の男女5名(男性3名、女性2名)であり、音3種類、装着方法2種類の合計6パターンについてそれぞれ12回ずつ計測を行った。

4. 実験結果

自転車のベル音での実験結果を図4、5に示す。左右に聴力差がない場合、音圧が低下するほど正答率が低下し、誤答率と聞こえないと答えた割合が徐々に上昇している。音圧3まで下がると、聞こえないと答えた割合が全方向で最大値を示している。

左右に聴力差のある場合、左方向の正答率は音圧が低下してもほとんど低下せず、高い値を保持している。その他の方向は左方向に比べ誤答率が高い傾向にある。

女声と男声の実験結果については本発表で報告するが、左右に聴力差がない場合、どちらも左右方向は音圧2まで下げても正答率は100%で、音圧3になると聞こえないと答えた割合が100%となった。左右に聴力差がある場合、どちらも左方向の正答率が他方向より高い値となったが、男声と女声では女声の左方向の誤答率が高い傾向が見られた。

5. 考察

自転車のベル音において聴力差がない場合、音圧が下がると全方向正答率が低下し、誤答率とわからない

と回答した割合が上昇傾向にあった。聴力差のある場合では、イヤーマフを装着していない左方向の正答率が他方向に比べ正答率が高い傾向がみられた。男女の声については、聴力差がない場合、左右方向の正答率の高さから、音が聞こえる限り高い精度で方向定位可能だといえる。聴力差がある場合、自転車のベル音と同様に聞こえづらい側の正答率が下がる特徴があるといえる。前方向の識別率がどの音でも低い原因については、音の再生中、VR内でバルーンは見えていても実際の音源が見えない状態であるため、誤ってと判断した可能性が考えられる。

本実験により、聴覚差に伴ってサウンドマップの結果が変化することが確認できた。様々な聴覚特性を持つ難聴者が本システムを体験することにより、各々の特性を反映した結果が得られ、難聴者が自身の障害についてより詳しい認識を持てることが期待できる。また、聴力差がある場合の実験が終盤になると、被験者から「左側から聞こえる感覚は変わらないが、右側からの音が徐々に判別できるようになってきた気がする」という声を聞いた。それと共に、音圧1、2の右方向を正解するケースも出てきた。これは、1問回答するごとに正解方向のバルーンの色を変更し、被験者が振り向いて意識的に確認を行い、回数を重ねたことによって学習が行われた可能性が考えられる。

6. おわりに

本研究では、VR環境音体験システムを構築し、難聴者のかわりに健聴者がイヤーマフで難聴を模擬して評価を行い、聴覚特性の違いによって音方向知覚の結果が変化することを明らかにした。

参考文献

- [1] 小林優子他, “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, pp. 123-132, 2004.
- [2] 加藤優他, “タブレットを用いた環境音学習システム～聴覚障害児のための教材を目指して～,” 情報処理学会第78回全国大会, 7ZA-02, 2016.
- [3] 相澤馨子他, “VR模擬難聴システムの開発と環境音到来方向知覚の評価,” 情報処理学会第82回全国大会, 6ZD-07, 2020.

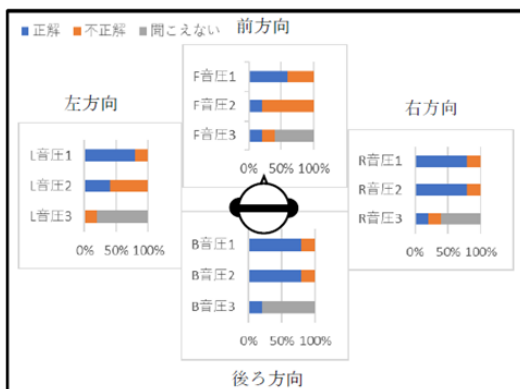


図4：自転車のベル音の実験結果(聴力差なし)

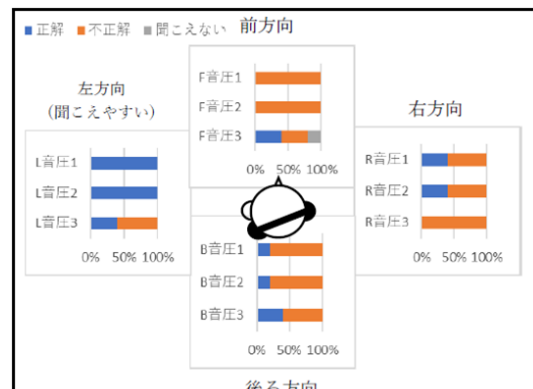


図5：自転車のベル音の実験結果(聴力差あり)