

の2つのタスクを同時に行う課題を設定した。実験の前に被験者には十分な練習をさせ、慣れさせた後に実験を行った。タスクの流れを図7に示す。

【歩行タスク】 実験コースを自然歩行する課題である。図4の「START」の位置から歩き出し、HMDへの提示が終了するまで周回させた。

【識別タスク】 HMD上に表示されるアイコンの種類を識別する課題である。被験者にはHMDに提示されるアイコンに対して、識別したアイコンの種類を口頭で答えさせ、同時に音源の方向を反応装置で答えさせた。アイコン提示直後から反応ボタンを押すまでを反応時間(msec)と誤答数(回)を計測した。

2.4 主観評価 実験終了後に各アイコン表現に対する被験者の主観的メンタルワークロードを日本語版NASA-TLX⁶⁾を用いて評価した。表1に示す6項目について0から100点で評価してもらい、各得点の加重平均から算出される総合値AWWLを求めた。加えて、主観評価のアンケートも行った。

3. 結果と考察

3.1 口頭回答 各表現による反応時間、正答率を表2に示す。各表現に対する正答率はいずれも98%以上という高い結果であった。このことから作成したアイコンは、識別に十分な大きさであったと言える。

3.2 反応時間 各表現に対する平均反応時間は、それぞれ700msec以内となった。危機回避に関する知見⁷⁾として、自動車事故の過失調査において、一般人の知覚反応時間は1000msec以内とされており、いずれの表現でもその範囲内で反応できた。後方と左右の反応時間を比較しても大きな差は見られず、既往の研究で問題となっていた後方と左右との反応時間の差を小さくすることができた。また、反応時間が短縮された要因の一つとして、反応装置が押し易く改善されたことが考えられる。

3.3 主観評価 NASA-TLX及び主観評価のアンケートの結果を図8～10、表3、4に示す。NASA-TLXの結果に関して、「不満」の項目において表現Cが表現A、Bに比べ有意に高かった($p<.05$)。加えて、主観評価アンケートの「表現方法の適切さ」の項目において表現Cが表現Bに比べ有意に低かった($p<.05$)。自由記述の意見から、表現Cの中央の楕円が大きく、アイコンが画面の端に提示されることが高い不満につながったと考えられる。また、「体の反応しやすさ」の項目において表現Aが表現Cと比べ有意に高かった($p<.05$)。自由記述より、表現Aは色が大きく変わるため最も気づきやすいという内容の意見が複数見受けられたため、画面上の変化が大きいほど体が反応しやすいと言える。

4. 結論

本研究で作成した表現方法は、反応時間の点で一

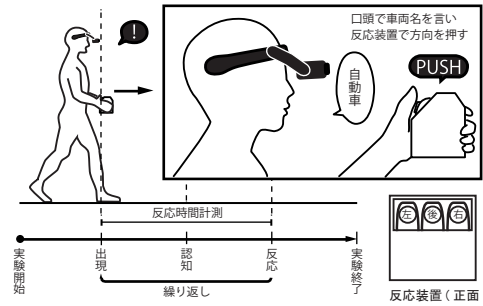


図7 タスクの流れ

表1 NASA-TLXの評価項目

評価項目(端点)	項目の説明
精神的要求 (小 大)	課題を実行中に、図形を探す、HMDの表示を見るなどどれくらいの知覚的活動が必要であったと感じたか
身体的要求 (小 大)	課題を実行中に、反応ボタンを押すのにどれくらいの身体的な活動が必要であったと感じたか
時間的圧迫感 (小 大)	課題を実行するにあたって、課題の頻度または速度から感じた時間的圧力はどの程度であったか
作業達成度 (良い 悪い)	課題目標についてのどの程度成功したと感じるか
努力 (少ない 多い)	与えられた課題の維持・達成にどの程度頑張ったか
不満 (低い 高い)	作業中に、いらぬ、不安、落胆、ストレス、悩みなどをどの程度感じたか(作業がうまくできなかったという思い)

表2 各表現における平均反応時間と正答率

	表現A	表現B	表現C
平均反応時間(msec)	693	658	681
左方平均反応時間(msec)	707	660	688
後方平均反応時間(msec)	685	658	641
右方平均反応時間(msec)	689	655	713

	表現A	表現B	表現C
正答率【種類】(%)	99.1	99.1	98.3
正答率【方向】(%)	98.7	99.1	99.6

表3 順位付けの平均

表現A	表現B	表現C
2.23	2.31	1.46

数値が大きいほど評価が良い

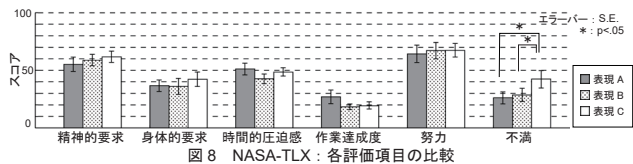


図8 NASA-TLX:各評価項目の比較

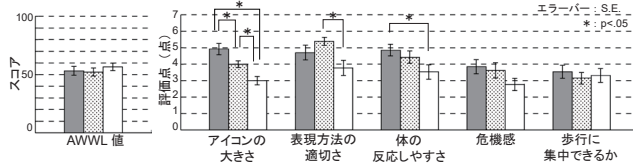


図9 AWWLの比較

図10 主観評価の結果

表4 自由記述(一部抜粋)

表現A	<ul style="list-style-type: none"> ・色が大きく変わるので一番気づきやすかった。 ・他のところを見ているときに気づきやすくていい。 ・(来ているときに) 枠しかないで視界の邪魔にならなくてよい。 ・アイコンは大きくて見やすいが、三分割と方向が分かりにくいような気がする。
表現B	<ul style="list-style-type: none"> ・人を上から見た視点は方向をイメージしやすかった。 ・他と比べ、中心に人があると、危機感があるように思った。 ・Aより方向が分かりやすい気がした。 ・中心の人が歩いているとぶれてアイコンが見にくい時があった。
表現C	<ul style="list-style-type: none"> ・真ん中の円が少し大きめの気がする。 ・左右の図形が端によりすぎている気がした。 ・Bより来る方向が分かりやすいと思った。 ・アイコンが小さい。アイコンの表示と自分のいる位置とのズレが気になる。

般的な危機回避の知見を満たす結果となった。しかし、複雑な表現や小さい表現は精神的な負担が大きくなることも示唆された。実際の環境では複数台の車両の接近や、長時間の使用に伴うストレスなど、さらに高い負荷がかかる。実用的な情報提示手段とするためには、より実際の環境に近い想定した提示方法を提案し、評価を行っていく必要があるだろう。

【参考文献】

- 1) アノム社, 一般社団法人 日本補聴器工業会: JapanTrak 2018 調査報告書
- 2) 稲葉通太: 聴覚障害を持つ歩行者の問題とそれに対する支援, 国際交通安全学会誌, Vol.28, No.1, pp.34-40, 2002.5
- 3) 須藤正時, 深谷見輔: 脳血流からみた透過型情報提示デバイスの使用に伴う負担度評価, デザイン学研究 BULLETIN OF SEED, Vol.62, No62, 2016
- 4) 財団法人 共用部品推進機構: 聴覚障害者が必要としている音情報～「音見本」調査報告書～ 2002.3
- 5) 佐藤 貴大: HMDを用いた音の可視化研究における表現方法の提案と評価, 平成29年度 名古屋工業大学修士論文梗概集, 2017
- 6) 三宅 晋司, 神代 雅晴: メンタルワークロードの主観的評価法—NASA-TLXとSWATの紹介および簡便法の提案—, 人間工学, 1993.12
- 7) 林 洋: 実用 自動車事故鑑定工学, 技術書院, p.204, 2002.4

HMD を用いた音の可視化研究における方向表現に関する提案と評価

指導教員 須藤 正時 准教授

手嶋 真大

1. 背景と目的

「JapanTrak 2018」¹⁾によると、日本における自覚のある難聴者の割合は、2018年では11.3%に上るとされている。しかし、歩行者としての難聴者に対する生活環境の整備や支援は不十分であり²⁾、その解決策としてHMD (Head-Mounted Display) の利用が有効なものの一つと考えられている。

既往の研究³⁾では、歩行時にHMD上で後方視界を提示した場合、知覚反応の遅延を招く結果となった。しかし、後方の安全確保は難聴者が路上を歩行するにあたって必要である。その後も単純光やアニメーションを用いた研究がなされたが、音の発生方向を示す表現方法についての研究は不十分である。

本研究では、HMDを用いて音を知らせるアイコンの表現方法を新たに提案し、反応時間や心理的な側面から評価することで、情報保障手段におけるさらなる知見を得ることを目的とする。

2. 実験計画

2.1 実験概要 音の発生方向を示す3種類の表現方法を作成し、作成した方向表現による反応時間と負担度を調査するための実験を行った。実験の被験者は本学に在学中の学生13名(男性10名、女性3名、平均年齢21.2歳)である。

2.2 実験環境

(1) 実験装置 本研究ではブラザー工業株式会社のHMD (図1) を用いた。このHMDは、視野の約1000mm先に19インチ相当の画面を表示する。被験者には利き目側にHMDを装着させた。

反応入力、測定はCASIOのストップウォッチHS-70Wを3つを使用した反応装置(図2)で行った。

(2) 実験コース 屋外歩行路の環境を想定して、本学3号館のエントランススペースを中心とする1周約40mの平坦な周回コースを設けた。歩行中、地点の足下に方向転換を促すための標識を設置した。被験者がコースを間違えないように実験監督者が被験者の後方に同伴し、実験を行った。実験の様子と実験コースの概要を図3、図4に示す。

(3) 情報提示 「聴覚障害者が必要としている音情報」⁴⁾を参考に、図5に示す3種類の提示アイコンを選定した。アイコン提示時間は1.5秒とし、アイコンが消えてから次のアイコンが提示されるまでの時間は1.5秒から5.5秒のいずれかである。1試行は約90秒でその間に18回アイコンが提示される。

Brother AIRScouter WD-300A		
外観	仕様	
	解像度	1280 × 720
	画角	約 25.6°
	表示色	1677 万色
	本体重量	170g

図1 本研究で使用したHMD

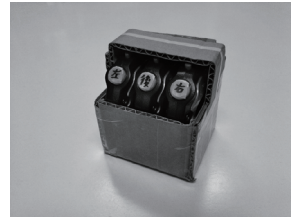


図2 反応装置



図3 実験の様子

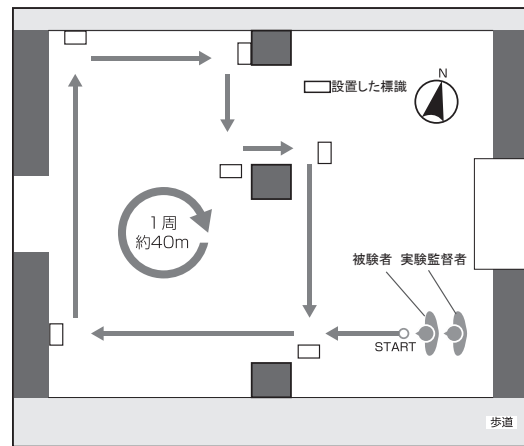


図4 実験コース

自動車	自転車	救急車
		

図5 提示アイコン



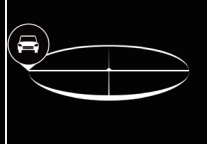
表現 A	表現 B	表現 C
		

図6 作成した方向表現

(4) 表現方法 音の発生方向を示す3種類の表現を作成した。各方向表現の例を図6に示す。表現Aは画面を三分割し、背景の色を変化させる方向表現、表現Bは既往の論文⁵⁾でも用いられている、中央に人物を配置した俯瞰的な方向表現、表現Cは遠近感を使用し立体的な方向表現とした。

2.3 タスク設定 実際の歩行環境を想定した際の負担を比較調査するために、識別タスクと歩行タスク