

音環境を再現するバーチャル散歩システム による「ことばの観光地マップ」の作成

楊川 優太¹・内田 敬²・松本 浩子³

¹正会員 中央復建コンサルタンツ株式会社 (〒533-0033 大阪府大阪市東淀川区東中島4-11-10)
E-mail: yanagawa_y@cfk.co.jp

²正会員 大阪市立大学大学院工学研究科 (〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本3丁目3番138号)
E-mail: uchida.ur@eng.osaka-cu.ac.jp

³正会員 大阪市立大学都市研究プラザ (〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本3丁目3番138号)

視覚障害者は視覚情報を聴覚情報に置き換えた音声ARアプリを使い街を歩くことが可能である。しかし、危険との隣り合わせで、初めて訪れる街で安全に使用し、正しく情報を理解することが困難である。

そこで、本研究では、安全面を考慮した屋内空間で、音声ARアプリの予習モードと実都市の臨場感を再現した環境音を用いたバーチャル散歩システムを試行する。そして、実験後のヒアリングより、環境音の収録方法や再生方法を改善し、「ことばの観光地マップ」への発展を目指す。

Key Words : voice navigation, verbal map, virtual reality, visually impaired people, indoor experiment

1. 研究背景・目的

スマートフォンの普及により、その場に適切な様々な情報を画面上に重畳表示するAR (Augmented Reality: 拡張現実) アプリが提供されている。そのため、晴眼者は見知らぬ場所であっても「NAVITIME」のような歩行支援ナビを利用することで街歩きを楽しむことができる。しかし、ナビ情報の多くは視覚情報である。そこで、視覚情報である画像に代えて聴覚情報で補い即地的に音声情報を提供する音声ARアプリを使用することで、視覚障害者も街歩きをすることが可能である。

しかし、初めて訪れる見知らぬ街では、視覚障害者は接触や転落の危険性と隣り合わせであり、音声ARアプリを安全に使用して複雑なことばの地図の情報を理解し、歩行空間イメージを形成することは困難である。そこで、既往研究²⁾では、安全面の問題を回避して屋内環境において実都市の音環境を模擬するバーチャル散歩システムが試行されてきた。

本研究では、市販の5.1chサラウンド音響システムを配置した研究室内で実験を行う。収録方法を工夫した環境音と音声ARアプリの予習モードを用いて、多様な都市空間を扱うことが可能な、バーチャル散歩システムを試行する。そして、頭の中で対象地のイメージ形成が容易にできるような環境音収録・再生方法を明らかにして

いき、予習環境の確立と「ことばの観光地マップ」への発展を目指す。

2. 研究方法

立体音響化に関して木村ら³⁾は、音源の水平位置と垂直位置を離散化した実験を行い、垂直方向の音の臨場感の再現は困難であることを明らかにしている。

したがって、本研究では、簡便に水平方向の音の臨場感を再現することとし、実験を行う研究室内に市販の5.1chのサラウンド音響システムを配置する。さらに、360度の音が収録可能な市販のビデオカメラを使用し、対象地のビデオ撮影及び環境音収録を行う。それらにより、強風時に生じるノイズ音の解消や実都市の臨場感を再現する環境音収録・再生方法の確立、そして、現地の空間イメージ形成に有用な特徴的環境音の明確化を図る。

具体的には、実験者が空間特性の異なる4か所の対象地を選定し、ビデオ撮影及び環境音収録を行う。そして、屋内実験環境を整備し、地物記述ガイドライン⁴⁾に基づいて作成したことばの地図を使用し、バーチャル散歩実験を行う。実験後、ヒアリングを行い、本研究のバーチャル散歩システムの音環境(音環境VR)を改善していく。

3. バーチャル散歩システム

(1) システム構成の概要

バーチャル散歩システムは、現地で収録したビデオファイルを加工・再生するものである。実験を行う研究室内で、実験者が音声ARアプリ「Hitnavi AR」¹⁾を実装したスマートフォンを操作して、音声案内を流す。そして、被験者に5.1chのサラウンドスピーカーより流れる対象地の環境音と同時に聞いてもらい、その場にいるような疑似体験を可能とするものである。

(2) 音声ARアプリ

音声ARアプリは、現在地から目的地まで音声メッセージを用いて案内するものである。本研究では、音声ARアプリに各対象地のことばの地図を実装した市販のスマートフォンを用いてバーチャル散歩実験を行う。

音声ARアプリは、一定間隔でGPS (Global Positioning System:全地球測位システム) により現在地を確認しており、予め設定していた地点に近づくと、対応した音声情報が流れる。これを用いることにより、被験者は歩行コースの分節点において、「ことばの地図(狭義)」の通行路案内だけでなく、周辺の広域な空間把握の可能な「ことばの地図広域版」、そして、街歩きを楽しむ「お店情報」などの「道草案内」、その場所の情景描写をした「ことばの写生」を聞くことができる。ナビメッセージの全体構成を図-1に、ナビメッセージの構成を表-1に示す。

また、音声ARアプリには、上記の基本機能に加え、「ランドマーク登録」と「予習モード」がある(表-2)。

a) ランドマーク登録

ランドマーク登録は、現地で新規に音声案内を追加する機能である。必要に応じて、利用者が体験した危険箇所や情景(ことばの写生)などの音声情報を地点(緯度・経度)データと共に登録できる。

b) 予習モード

予習モードは、予め出発地と目的地を設定することで、経路上で流れる音声案内を任意の場所(自宅など)で予習ができる機能である。

本研究のバーチャル散歩システムでは、この予習モ

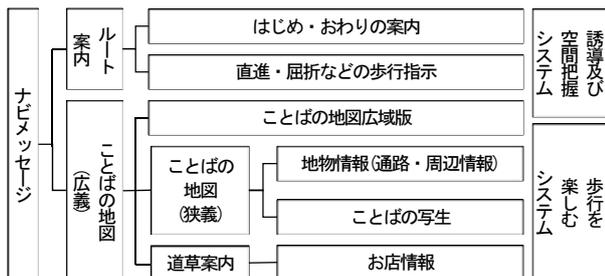


図-1 ナビメッセージの全体構成

ード機能を使用し、音声歩行支援ナビメッセージであることばの地図を流す。

(3) 環境音収録方法

本研究では、既往研究²⁾の問題であった自動車と風の音の誤判別と強風時に生じるノイズ音の対策として、市販のお掃除シートをビデオカメラのマイクに被せて、実験者が予め対象地に行き撮影(収録)を行う。

撮影方法は、視覚障害者の歩行速度を想定し、約3km/hで歩行する。ただし、晴眼者が立ち止まって地図を見るように、ことばの地図が流れる地点では、進行方向を向いたまま、20秒間立ち止まって撮影をする。

(4) 環境音再生方法

対象地のビデオ撮影にて作成した動画ファイルは、対象地の歩行コースのことばの地図の流れる分節点ごとに市販のアプリを用いて分割する。

そして、バーチャル散歩実験の環境音再生時は、ことばの地図の長さに合わせて、パソコンの操作にて、ことばの地図が終わるまで、繰り返し再生し使用する。

図-2に環境音収録時及び再生時のタイムラインを示す。

表-1 ナビメッセージの構成

ことばの地図(狭義)				
項目	情報			
地点名称	南西門前 L 字型屈曲部			
通路情報	属性	屈曲部		主部 概形 ↓ 詳細情報
	向き	西方向		
	規格	東西方向と南北方向幅4mの歩道の屈曲部		
その他	—			
情路面	舗装	アスファルト		周辺 情報 再確認
	点字 BL	なし		
周辺情報	北西	天王寺動物園		
	北東	芝生エリア		
	南西	JR 西日本線路		
	南東	フットサルコート		
危険物 手がかかり	現在西方向の天王寺動物園側に フェンスあり		注意	
道草案内	—		寄り道	
ことばの写生	芝生エリアにはタープあり			

表-2 音声 AR アプリの機能構成

機能		内容	
基本機能	ルート案内	目的地に到着するための情報	
	ことばの地図(広義)	ことばの地図(狭義)	経路上の分節点で流れる通行路情報(狭域、広域)
		ことばの写生	街歩きを楽しむことができる場所で流れる時間帯や季節ならではの情景
	道草案内	寄り道施設案内の情報	
機能加	ランドマーク登録	新規に音声案内を現地で追加できる機能	
	予習モード	目的地までの経路を予習できる機能	

4. 実験概要

(1) バーチャル散歩実験の狙い

研究の最終目的は多くの視覚障害者にこのバーチャル散歩システムを使用してもらうことであるが、バーチャル散歩システムに必要な環境音の収録方法や再生技術はまだ初期段階である。したがって、本研究の実験を三期に分け、環境音の収録方法及び再生方法や環境音の印象などの評価を行い、バーチャル散歩システムの音環境を改善するため実験を行っていく。

図-3に本研究の実験状況を示す。被験者の背後と机の下にもスピーカーを配置する。そして、水平方向の音環境の臨場感をより一層感じることができるよう、前面、背面、机の下にある5.1chのサラウンドスピーカーの中央に位置するように被験者に座ってもらい音をよりサラウンドに感じられるようにし、表-3に示す機器を用いて実験を行う。

(2) 実験タスク

実験のプロトコルを図-4に示す。まず、実験者が被験者に実験の説明と実験で用いる対象地の説明を約5分行う。次に、対象地1つ目のバーチャル散歩実験を実施する(約20-30分)。その際、実験者は実験者用画面で地点確認を行いながら、音声ARアプリを実装したスマートフォンを操作し、音声案内を流す。また、実験者は被験者の要望に応じ、環境音と共に音声案内を繰り返し再生したり、任意の地点に戻り、再度音声案内を再生などをする。そのため、被験者ごとで、理解度が異なるため、約20-30分要する。そして、対象地1つ目の実験終了後、ヒアリングを行う。このサイクルを同様に対象地2つ目でも行う。

所要時間は、対象地ごとに異なるが、バーチャル散歩実験に約40-60分、その後のヒアリングを含め全体で約1時間20分を要する。ヒアリングでは、環境音の評価やコメント、要望を得る。

(3) 対象地

本研究では、今後様々な場所の「ことばの観光地マップ」を拡充していく上での初期段階として、空間特性の異なる4か所を対象地とする(昨年度の対象地²⁾である出町柳を含むと5か所)。そして、空間のイメージ形成がしやすいであろう有用な環境音を対象地ごとに明確にする。表-4に対象地ごとの期待される環境音を示す。

対象地ごとに実験コースを設定する。各コースの概要を表-5に示す。さらに、具体例として、てんしばのコース写真を図-5に示し、同コース⑧のことばの地図の一例を表-6に示す。

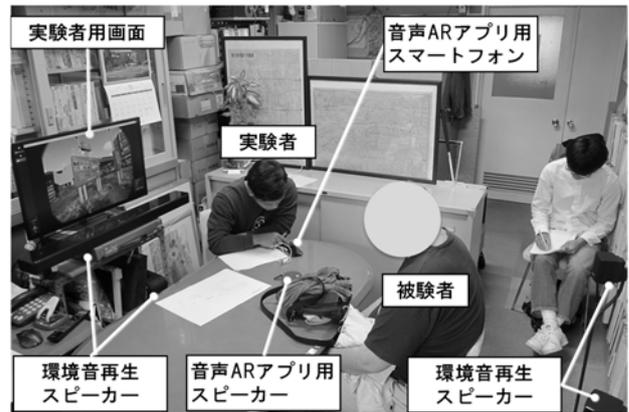


図-3 実験状況

表-3 実験使用機器とその用途

使用用途	機器
音声 AR アプリ	スマートフォン IS15SH(HitnavigAR 搭載)
音声 AR アプリ	JBL スピーカー
環境音再生	Bose5.1ch スピーカー
実験者確認	実験者用スクリーン



図-4 実験のプロトコル

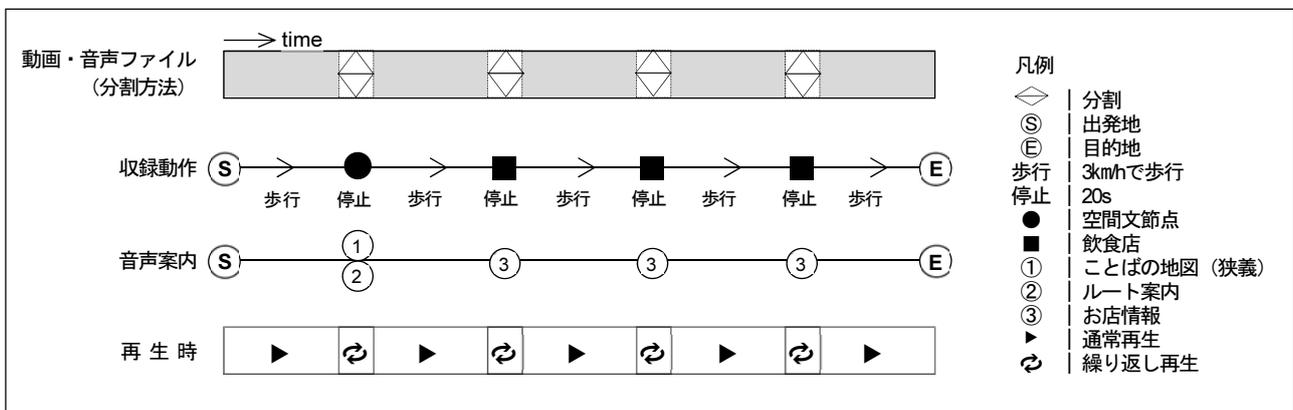


図-2 環境音収録時及び再生時のタイムライン (例)

(4) 実験計画

本研究の実験概要について表-7に示し、以下に三期に分けた各実験概要を示す。

a) 予備実験

予備実験は、9月から12月初旬にかけて、全盲のコンピューターに詳しい2人と弱視1人を対象として繰り返し行い、環境音とことばの地図の音声案内を同時に聞いてもらい、実験後、被験者に対するヒアリングでは、収録方法の環境音の改善を試みた。

b) 本実験一期

本実験一期は、予備実験で改善された環境音を使用した。対象地は予備実験と同様に本研究対象地の4か所の実験を行った。被験者は様々な年齢層の弱視の方9人を対象とし、新しい環境音収録方法による環境音の印象や対象地のイメージのしやすい有用な環境音の明確化を図った。

c) 本実験二期

本実験二期は、様々な年齢層の弱視の方2人と全盲の

表-4 対象地ごとの期待される環境音

対象地	期待される環境音
てんしば	お店のBGM・芝生広場で遊ぶ子供の声
住吉大社	鳥のさえずり・木々の揺れる音
肥後橋	車の排気音・人の声
北浜	車の排気音・人の声・川の音
出町柳*	風や川の音・車の排気音

* 2017年度に取材、収録

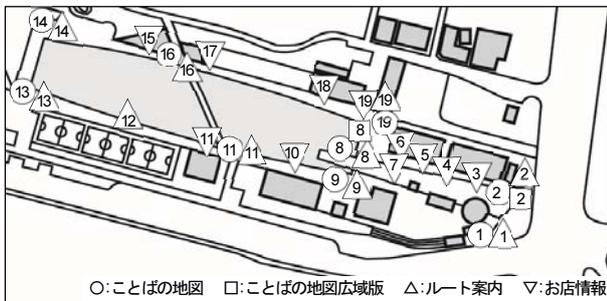


図-5 てんしばの実験コース

表-5 対象地の実験コースの概要

	てんしば	住吉大社	肥後橋	北浜	出町柳
対象地					
特徴	敷地内の商業施設や芝生広場を通り、てんしばを一周するコース	最寄り駅から住吉大社に向かい、境内を一周するコース	大通り沿いを歩き、川を2つ渡り、飲食店街を通るコース	川沿いの遊歩道を歩き中央公会堂の前などを通るコース	川沿いの緑地や遊歩道などの自然豊かなコース
延長	約0.4km	約0.7km	約0.8km	約0.8km	約0.4km
所要(再生)時間	約15分	約25分	約20分	約20分	約15分
交差点数	-	2	7	3	3
屈曲部数	8	9	3	9	6

方3人を対象とし、本実験一期の結果を踏まえて、本研究の環境音収録方法と異なる昨年の対象地の出町柳と本研究の対象地4か所の環境音を比較し、環境音の収録方法及び再生方法の改善を図った。

5. 実験結果

実験後のヒアリング分析のうち環境音に関する成果を以下に示す。

(1) 予習における環境音有用性

予習における環境音の有用性については、「お店の前で流れるBGMが頼りになり良かった。」、「舗装の変化が環境音によってわかり頼りになった。」、「環境音の歩行時間が実際に歩く時間と同じなので、所要時間

表-6 メッセージ一例

項目	メッセージ⑧	
地点名称	ことばの地図です ここはてんしば東門です	
通路情報	属性	
	向き	西方向を向いています
	規格	南北方向と東西方向に伸びる歩道の交差点部です
	その他	
情路情報	舗装	歩道の舗装は茶色のアスファルトとタイルです
	点字 BL	
周辺情報	北西	北を向いて、前方の左側には芝生エリア、右側には肉炉端ロバート、後方には、ポーネルンドプレイヴィル天王寺公園と青いナポリインザパークがあります
	北東	
	南西	
	南東	

表-7 各実験概要

実験名	予備実験	本実験	
		一期	二期
実験日	2018年 9/20~12/6	12/12~12/16	1/9~1/15
被験者	3名(延べ10人回)	9名	5名
	全盲2人 弱視1人	全盲0人 弱視9人	全盲3人 弱視2人

がイメージしやすかった。」などの意見を得ることができた。

これらの意見より、視覚障害者の予習は、環境音があることによって見知らぬ街のイメージが容易にできることが確認できた。さらに、舗装の変化や車の多さが環境音により分かることによって、視覚障害者の歩行における安心感につながると考えられる。

(2) バーチャル散歩システムの分類

バーチャル散歩システムの利用スタンスについて、二つの意見を得ることができた。一つは、「対象地の有用な環境音を強調することによって、その場所の雰囲気容易に想像することができ街歩きが楽しくなる。」という意見である。二つ目は、「予習の際に環境音が良すぎると実際に歩く時の楽しみが減ってしまう。」という意見である。

多くの被験者が前者の意見であったが、本研究では、できる限り多くの意見を取り入れることとしているため、バーチャル散歩システムを「市街地モード」、「観光地モード」の二つに分けることとした(表-8)。

「市街地モード」は、空間のイメージ形成に有用とされる環境音が主に車の排気音や人の会話などであり、舗装の変化が少ないといった環境音に変化の少ない場所を対象とする場合である。車の音などの臨場感を再現することにより、歩行への不安感が無くなり実際に歩く際に安心できるということを目指す。

「観光地モード」は、鳥の鳴き声や川の音、お店のBGMなどの環境音が有用であり、あるいは、舗装の変化があり、環境音の変化の激しい場所を対象とする場合である。対象地をイメージしやすい環境音の臨場感を再現し、被験者が実際に訪れたいといった意欲を向上させることを目指す。

(3) 有用な環境音

ヒアリングでは、各対象地の印象に残った環境音を尋き、その結果より、各対象地のイメージのしやすい有用な環境音が明らかとなった。表-9に空間イメージ形成に有用な環境音を示す。そして、(2)で示した二つのモードにおける環境音再生方法が明確となった。

「観光地モード」がふさわしい場所では、車の排気音や人の会話などを除いた有用な環境音を強調し、車の排気音や風の音などの普段集中して聞かないような環境音は背景音にする。そうすることにより、対象地のイメージがしやすくなると考えられる。

そして、「市街地モード」がふさわしい場所では、被験者の街歩きに対して不安感を無くす必要があるため、対象地の有用な環境音のみでなく、車の排気音や人の会話の臨場感を再現する必要があると考えられた。

表-8 バーチャル散歩システムの分類

モード	特徴
市街地	(環境音の変化が少ない場所を対象) ・有用な環境音が一定時間変化がない ・舗装の変化がない 被験者の不安解消を目指す
観光地	(環境音の変化が激しい場所を対象) ・有用な環境音の変化がある ・舗装の変化がある 実際に訪れたいといった意欲向上を目指す

表-9 空間イメージ形成に有用な環境音

環境音	肥後橋	北浜	天神橋	住吉大社	出町柳
車の音	◎	◎	△	×	◎
音響信号機	○	◎	×	×	◎
人の会話	○	○	◎	○	×
足音	△	△	○	◎	◎
お店のBGM 園内アナウンス	△	○	◎	×	×
小鳥のさえずり	×	×	×	◎	◎

環境音における足音の有無に関しては、舗装の変化が多い「観光地モード」においては取り入れ、「市街地モード」では取り入れない方が良いと考えている。そして、音響信号機に関しては、進行方向の信号音のみを強調し、進行方向でない信号音は背景音にする必要がある。

6. おわりに

本研究では、「バーチャル散歩システム」は予習に有効であることが分かった。そして、異なる場所における環境音再生方法も明らかとなり、今後同様の場所を対象地とする際の基礎作りができた。したがって、今後は、より多くの特徴の異なる場所の環境音採録及びことばの地図作成を行い、バーチャル散歩実験を行っていく。

さらに、バーチャル散歩システムの改善により現地へ赴かず現地の疑似体験をすることが可能となった。そこで、被験者のヒアリングで要望のあったハイキングやテーマパーク、そして、疑似海外旅行としての展開も図っていききたい。

謝辞：本研究はJSPS科研費・基盤(B)16H04430の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 足立佑貴, 内田敬, 菅芳樹, 沢田有美恵: 視覚障害者の外出意欲を扶ける道草案内と NFC 応用による歩行支援ナビの拡充, 第 37 回交通工学研究発表会論文集, pp.367-372, 2017.

- 2) 松本浩子, 内田敬, 阪口理紗: 視覚障害者街歩き支援ナビメッセージの拡充とバーチャル散歩実験手法の検討, 第 38 回交通工学研究発表会論文集, pp.243-248, 2018.
- 3) 木村敏幸, 安藤広志: Multiple Vertical Panning を用いた立体音響システムにおいて音源位置の離散化が臨場感に及ぼす影響, Transactions of the Virtual Reality Society of Japan Vol.20, No.3, pp.179-188, 2015.
- 4) 高橋咲衣, 根木和幸, 内田敬: 視覚障害者向け音声 AR アプリの地物記述ガイドライン, 第 33 回交通工学研究発表会, pp.509-514, 2013.

(2019. 3. 10 受付)

SIGHTSEEING VERBAL MAPS FOR VISUALLY IMPAIRED BY USING VIRTUAL REALITY SYSTEM SPECIALIZED IN SOUND

Yuta YANAGAWA, Takashi UCHIDA and Hiroko MATSUMOTO

Visually impaired people can walk on the street using a voice AR application that replaces visual information and auditory information. However, there are always some risks. It is difficult for visually impaired people to use it safely in unfamiliar areas, and to understand voice guidance correctly.

This research tries a virtual reality system that reproduces sound of the city using in sound of virtual reality in indoor space and uses the voice AR application for the visually impaired people. We will improve the recording method and reproduction method of environmental sound, and aim for the development to "sightseeing verbal maps".