

視覚障害者歩行ナビの汎用実験サイトと 「ことばの地図」作成システム化

沢田 有美恵¹・内田 敬²・足立 佑貴³

¹非会員 大阪市 港湾局 (〒559-0034 大阪市住之江区南港北2丁目1番10号 ATCビルITM棟10階)

E-mail:yum-sawada@city.osaka.lg.jp

²正会員 大阪市立大学大学院教授 工学研究科 (〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本3-3-138)

E-mail:uchida.ur@eng.osaka-cu.ac.jp

³非会員 大阪府 都市整備部池田土木事務所 (〒563-0025 大阪府池田市城南1-1-1)

スマートフォンの歩行ナビゲーションアプリでは視覚障害者も音声による道案内を利用できる。しかし音声案内の内容は右左折の指示などにとどまっている。音声案内を拡張して「ことばの地図」や「ことばの写生」を提供することで、晴眼者が沿道の状況を眺めて歩くように、視覚障害者も街歩きの楽しみを享受可能とすることが本研究の目標である。

本論文では、「ことばの地図」などの音声案内メッセージを体系的に作成するためのシステム・手順を提案する。また、ボランティアなどによる「ことばの地図」作成訓練への活用も視野に入れて設置した「汎用実験サイト」の概要を述べる。最後に、延べ35人の視覚障害者を被験者として汎用実験サイトで実施した実験の結果を、「地物記述ガイドライン」の改訂ならびに提案システム適用の留意点としてまとめて示す。

Key Words : *barrier-free, visually-impaired people, speech AR application, experiment site, verbal map*

1. 研究背景・目的

昨今のスマートフォンの普及に伴い、現実の都市空間に様々な情報を付加するAR (Augmented Reality ; 拡張現実) アプリが進化している。そのため、晴眼者は見知らぬ土地でも、街歩きを楽しむことができる。しかし、視覚障害者は地図・画像情報主体のナビ利用は難しく、歩行経験のない場所には晴眼者に連れて行ってもらわねばならない。そこで、著者らは、視覚障害者の街歩き支援を目的とし、音声によるナビゲーションシステムの開発を行ってきた^{1,2)}。

音声によるナビゲーションとして、認定NPO法人ことばの道案内³⁾では、web上で誰もが無料で聞けるようなものも提供されているが、詳細な表現規定は公開されておらず、自分が必要なルートに関しては、提供者が作成するまで待たねばならないのが現状である。また、視覚障害者向け音声ナビの専用機として、トレッカーブリーズ⁴⁾がある。利用者は、専用機器から流れる音声案内を聞きながら歩行し、自身が必要なランドマークや歩行経験のあるルートを登録することができる。しかし、専用機器であるため価格が高く、機能向上、地理・地物・街情

報の拡充・更新の可能性を考慮すれば、専用機ではなく、一般のスマホとナビ・アプリを利用することを前提とし、視覚障害者の利用を可能とする機能を付加するという方が得策である。

視覚障害者が目的地を目指すための地物情報だけではなく、晴眼者のように自由に街歩きを楽しみ、外出を促進するような「ことばの地図」地物記述ガイドラインの拡充もなされてきた。そこでは、同行援護者による道案内方法を示している同行援護ハンドブック⁵⁾を参考にしている。例えば、既往研究⁶⁾では、周囲の情景を見たまま、感じたままに伝えることによって絵画的に理解するための自然語メッセージである「ことばの写生 (スケッチ)」の導入も行っている。

しかし、ナビの対象エリアの拡大・更新において、研究の当事者だけでは、人手が足りず、街の地物情報を拡充・更新することは困難である。

本研究では、ナビの対象エリアの拡大・更新を見据えたことばの地図の作成方法のシステム化を図る。具体的には、メッセージの内容や作業手順の明確化を行う。さらに、実際の街歩きを想定したサイト実験を常時行える汎用実験サイトを設置する。設置された汎用実験サイト

内での歩行実験により、作成システムの評価、及び汎用実験サイトの機能性の向上を図る。

2. 研究方法

研究フローを図-1 に示す。著者らは視覚障害者向け歩行支援ナビを目的とした、指示やことばの地図などの地物情報を記述する際のルールを示した地物記述ガイドラインの改訂が行ってきた。この地物記述ガイドラインと、スマートフォンや AR 技術の発展を応用した、音声 AR アプリも開発している。

本研究では、既往の地物記述ガイドラインに基づき実験サイトを設置する。実験サイト設置に伴い、ことばの地図等の情報入力に関するシステムを開発する。設置された実験サイトにて、同システムで作成したナビメッセージを音声 AR アプリで用いて歩行実験を行う。実験を繰り返すことにより、地物記述ガイドラインを改訂し、実験サイトと情報入力システムを構築する。これにより、将来的に、視覚障害者向け歩行支援ナビの実用化を目指す。

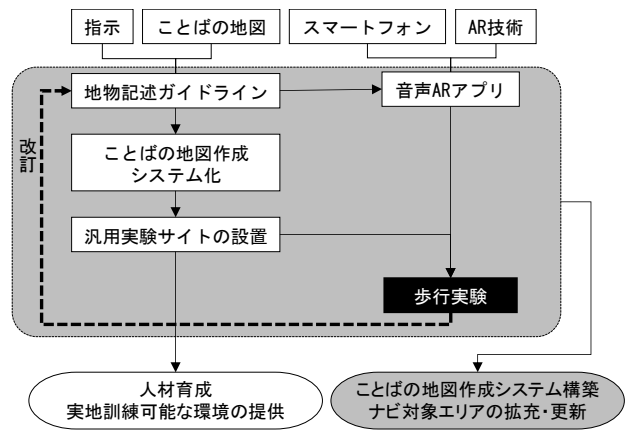


図-1 研究フロー

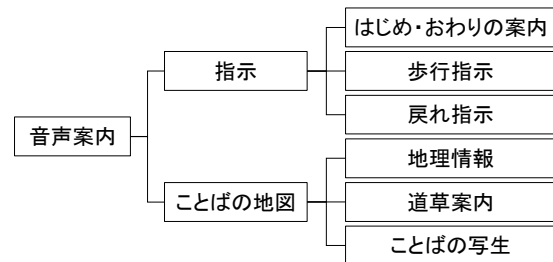


図-2 音声案内の分類

3. ことばの地図作成システム

(1) 音声 AR アプリ

視覚障害者が街歩きを行う際は、スマートフォンのアプリを使用し、ナビゲーション歩行することを想定している。そのアプリを本研究では、音声 AR アプリと称している。

音声 AR アプリは、GPS 機能によってその地点に応じた情報をスマートフォンの画面上に重畳表示する（晴眼者用）AR アプリにテキスト音声読み上げや音声ファイル自動・逐次再生を組み合わせたアプリのことである。これにより、視覚からではなく聴覚から容易かつ確実に情報を受け取ることができ、視覚障害者が晴眼者と同様にナビ歩行することが可能である。

音声 AR アプリの役割は、街歩きの現地において、その地点に応じた音声案内を自動再生することである。さらに、自身で覚えとしたい地物情報を自身で記録・再生することも出来る。このような音声 AR アプリは音声案内、ナビシステム、2つのシステムから構成される。

a) 音声案内

音声案内は目的地に到着するための情報である進行方向の指示と、通路情報や周辺地物情報であることばの地図の 2 つに大別できる。指示とことばの地図は図-2 のように体系的に整理されている。

- 1) 指示：利用者が目的地に到着するために必要な情報。
 - i はじめ・おわりの案内：ナビの開始時と終了時に必要な情報。
 - ii 歩行指示：目的地到着に必要な進行方向の情報と指示。
 - iii 戻れ指示：ルートから外れた際に流れる指示。
 - 2) ことばの地図：利用者が歩行する上で必要となる周辺の空間情報。
 - i 地理情報：目的地に到着するための空間理解・把握に資する情報。
 - ii 道草案内：歩行時に簡単に利用できるアクティビティの情報。
 - iii ことばの写生（スケッチ）：周囲の情景を見たまま、感じたままに伝えることによって絵画的に理解するための自然語メッセージであり、利用者が街歩きを楽しむための主観的な周辺情報。
- b) ナビシステム
現在地から目的地まで利用者を案内するという道案内に関するシステム。

(2) 地物記述ガイドライン⁷⁾

地物記述ガイドラインとは、視覚障害者街歩き支援ナビにおいて、目的地に到着するための空間理解・把握に資する地物情報を「ことばの地図」と定義し、地物情報を記録する際のルールを示すものである。

地物記述ガイドラインは、どのような地物を取り上げ（対象）、その情報をどのように記述すべきか（文法）の2つから構成されている（表-1）。また、音声案内の項目別の作成方法やアプリの設計方法について具体的な指針・例を記述している（後述、表-7）。

(3) ことばの地図の構成

ことばの地図や指示をもとに統語する際の順序（図-3）に従って機械的に得られた地物情報から統語する際の注意点等を具体的に割り当てることで、体系立って膨大な量のことばの地図を作成する。

- 1) 地点名称：場所の名称.
- 2) 通路情報：歩行可能空間の属性や規格の説明。また、施設の前では施設情報も説明.
- 3) 周辺情報：4方のランドマークの案内.
- 4) 路面情報：舗装や点字ブロックの説明.
- 5) 危険物・手がかり：視覚障害者が歩行する上で危険となる物や手がかりの説明.
- 6) 道草案内：あれば便利なアクティビティ情報.
- 7) ことばの写生：風景や情景を見たまま感じたまま表示メッセージ

(4) 情報発信地点

ことばの地図の発信地点は、空間の分節と重要施設の2種類である。

- ・ 空間の分節
歩行空間のうち、直進部、屈曲点、階段等、広場、交差点、横断歩道、踏切の7つの属性を指す（図-4）。とりわけ、直進部以外の属性では、歩行の際に空間が変化する重要な地点である為、必ず情報を発信する。
- ・ 重要地物
歩行空間のうち、施設を指す（図-4）。発信地点、施設の入口が主である。施設が複数連なっている場合には、公共施設等を優先的に情報発信する。

(5) ことばの地図作成作業

ことばの地図の作成は、情報入力と統語の2段階で行われる。作成者は、入力フォーマット（表-2）に従い、ことばの地図を作成していく。

- 1) 情報入力
情報発信地点の現地調査を行い、構成区分ごとに必要な情報を得る。それらの情報を入力フォーマットに入力していく。

- 2) 統語
入力された情報を地物記述ガイドラインに沿って統語を行い、実際にアプリで流すメッセージにしている。

これら作業を2段階に分けることにより、情報入力と統語の作業分割が可能になる。

4. 汎用実験サイトの設置

(1) 概要

実験サイトは、サイト内に視覚障害者が歩行する上で情報が必要となる全ての地点において音声案内を入力し、実際の街歩きを想定したサイト実験を常時行えるものである。汎用実験サイトを設置することにより、ことばの

表-1 ガイドラインの構成

分類	内容	
対象	対象	どのような地物情報が必要かを示す。
	優先度	地物が複数ある地点において、どの地物情報がより必要かを判断するための優先度を示す。
文法	統語	音声案内のみで歩行空間をイメージしやすいように地物情報の順序を示す。
	語彙	理解しやすい表現に標準化する。

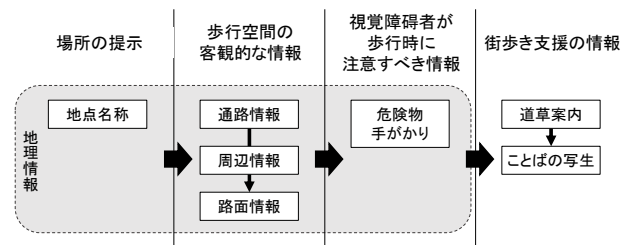


図-3 ことばの地図の統語順序

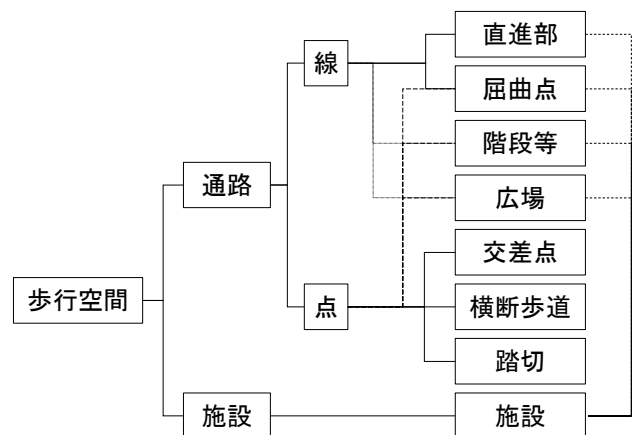


図-4 歩行空間の属性

表-2 ことばの地図入力フォーマットと入力例

項目	情報 (例)	メッセージ (例)
地点名称	樺通りの中央広場	ことばの地図です. ここは、樺通りの中央広場です.
属性 通路情報	属性	広場は、南北40メートル、東西に20メートルの広場です.
	向き	
	規格	
周辺情報	施設	北を向いて、左方向には、生活科学部棟、工学部棟、前方には、樺通り、右方向には、理学部棟、後方には、樺通りがあります.
	北	
	南	
	東	
路面情報	舗装	広場の舗装は、ブロックです.
	点字ブロック	
危険物・手がかり	広場中心部に植え込みあり	広場中心部に植え込みがあります.
道草案内	東の樺通りの中央広場の、中心部に円形ベンチ6つ、北側にベンチ5つ、南側にベンチ5つあり	道草案内です. 東側の樺通りの中央広場には、中心部に円形ベンチが6つ、北側にベンチが5つ、南側にベンチが5つあり、休めます.
ことばの写生	風が抜け、樺の葉音が聞こえる	風が抜け、樺の葉音が聞こえます.

地図作成の人材・人的組織を育成していく上での実地訓練や定期的なアプリの操作性の更新や確認等が行える。

対象地内の空間の分節、重要地物においてことばの地図を作成する (図-5、表-3)。なお、建物の敷地内と考えられるものに関しては、今回対象外とする。実験サイト設置後、歩行実験によりことばの地図の確認を行い、実験サイトの性能を高めていく。

(2) 対象

本研究では、実験サイト対象範囲を大阪市立大学杉本キャンパス周辺とし、3つの地区に分ける (図-5)。

実験サイトでは、実際に想定される都市を模擬する必要がある。都市での街歩きの対象地を構成する要素として、商業地域、駅周辺施設等が挙げられる。そこで、商業地域を杉本町駅西側、駅周辺施設を杉本町駅及びひだりみ切り付近で再現する。また、大阪市立大学杉本キャンパス内で学生、一般人問わず特に利用されている学術情報センター、田中記念館、高原記念館、1号館、学生サポートセンター等がある理系キャンパス地区 (地区2) と本館地区 (地区3) を対象とする。対象地では、様々な

表-3 実験サイト内の情報発信地点数と地区特性

地区		1			2			3			
実験期間		I	II	III	I	II	III	I	II	III	
発信地点	ことばの地図	空間の分節									
	重要施設	6	10			14			9	8	
	指示	-			11			-			
	エラー	-			9			10			
エリア面積 (m ²)		14,077			76,840			55,145			
リンクの総延長 (km)		0.6			11.6			0.9			

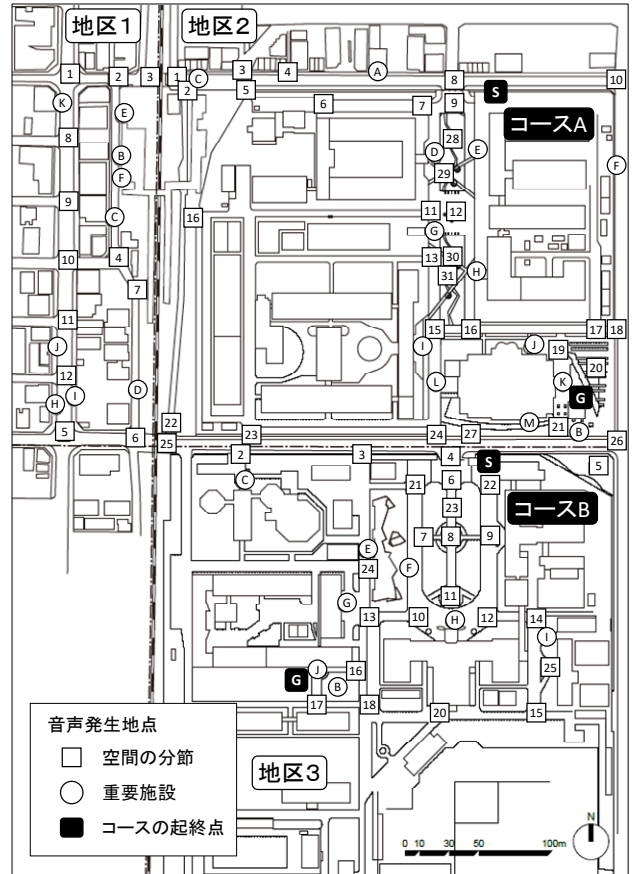


図-5 汎用実験サイト

建物や広場、ランドマークや蛇行・湾曲している道など街の特異な性質を再現可能と考えられる。

5. 歩行実験

(1) 実験計画

本研究で行う歩行実験の被験者は、視覚障害者 (全盲、弱視者) である。歩行実験は、3クール (第I期~第III期) に分けて行う (表-4)。どの実験においても、ヒアリングによって被験者の評価やコメント、要望を得ることによって、成果を得る。本研究では、実験の1クールごとに地物記述ガイドラインを改訂し、その次のクールで評価を行い、さらに必要であれば、地物記述ガイドラ

表-4 実験計画

	第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅲ期
実験日	2016/10/13～10/22	2016/11/7～11/16	2016/12/1～12/13
被験者	8組10名 全盲6, 弱視4	11組13名 全盲9, 弱視4	10組12名 全盲5, 弱視7
歩行モード	散策歩行	散策歩行, 帰還歩行	散策歩行, 帰還歩行
目的	地物記述ガイドラインに基づいて作成されたことばの地図を確認し, 実験サイトの使用性の向上を図る.	異なる2つのモードで歩行することにより, モード別で必要となる情報を整理し, 地物記述ガイドラインの改訂を行う.	第Ⅱ期で得られた知見を基に, さらに自由な歩行を可能にし, 改訂された地物記述ガイドラインの評価を行う.

インを改訂する.

歩行実験の目的は, 歩行モード (後述, 5(2)②, (4)参照) 別に必要な地物情報を整理し, 地物記述ガイドラインの改訂を行う. また, 実験サイト内に作成された音声案内の確認することで視覚障害者がナビ利用の実地訓練を行うための環境を整えることである.

(2) 実験方法

実験とは, 実験者が選定したコースにおける音声案内を地物記述ガイドラインに則して作成し, その音声案内を聞いて被験者に目的地を目指してもらい, その後, ヒアリング調査を行う実験である. 具体的な実験方法を以下に示す.

① 事前準備

実験者が選定した実験サイトにおいて, 地物記述ガイドラインに則した音声案内を各歩行モードに作成する.

② 実地歩行

各歩行モード (散策, 帰還歩行) に応じた方法で歩行してもらう (図-6). その際, 実験者と被験者は, 表-5 に示す役割を果たす.

・ 散策歩行

地点に応じた音声情報を流し, 被験者が行きたいと思う方向に実験者あるいは, ガイドヘルパーの手引きにより案内し, コースを散策する.

・ 帰還歩行

地点に応じた音声情報を流し, 被験者は自身の判断で進行方向を決定し, ナビにしたがって目的地を目指してもらう. (安全のために, 必要に応じてガイドヘルパーと歩行するが, 進行方向を決定するのは被験者である.)

③ ヒアリング

歩行実験後に, 音声案内の評価・コース上での心境をヒアリング調査する.

表-5 実験中の歩行モード別の概要

		散策歩行	帰還歩行	
実験中の役割	スマートフォン操作	実験者		
	進行方向	指示	実験者による肉声	
		意思決定	被験者	
	記録	マイク装着	被験者	
ビデオ撮影		記録者		
音声案内	指示	×	○	
	ことばの地図	地理情報	○ (簡略化)	
		道草案内	○	×
		ことばの写生	○	×



図-6 実験の様子

(3) 使用ツール

実験には, 著者らが別途開発した音声ARアプリ「HITnaviAR」をインストールしたスマートフォンを利用する. また, 被験者には, 録音用マイクを着装してもらう. そして, 歩行実験の様子のビデオ撮影ならびに音声, 周辺の環境音の録音を行う.

(4) 歩行モード

本研究では, 様々な状況に応じたナビを展開するために, 実験では, 2タイプ (散策歩行, 帰還歩行) の歩行

モードに分けて歩行してもらう。各歩行モードの目的に即した内容の音声案内を設定する（表-5）。

散策歩行は、日常の回遊を想定した歩行であり、時間や具体的な目的地にとらわれないものである。そのため、進行方向を指示するような案内はなく、地物情報を聞くことで被験者が行きたい土地に足を踏み入れる歩行スタイルである。日常生活においては、散歩や帰り道などが例として挙げられる。帰還歩行は、ある特定の目的地が設定されており、そこに行くための歩行である。通勤・通学などが例として挙げられる。

(5) 歩行コース

a) 散策歩行

第Ⅰ期の実験では、3つの地区を地区ごとに各情報発信地点の**ことばの地図**を聞いてもらう。

第Ⅱ期、第Ⅲ期では、網羅的にコース A またはコース B を歩行してもらい、**ことばの地図**を聴きながら興味のある場所を寄り道しながらゴールを目指す（図-5）。

b) 帰還歩行

歩行ルートは、コース A、コース B とともに、散策歩行後に到着した地点をスタートとし、散策歩行のスタート地点までを逆向きに指示と**ことばの地図**に従いながら目指す。

6. 実験結果

(1) システム化に伴う地物記述ガイドライン改訂

本ガイドラインは、歩行実験の結果より、既往ガイドラインを改訂して作成した（表-6）。既往のガイドラインでは、音声案内での記入すべき地物に焦点を絞っていたが、本ガイドラインでは、**ことばの地図**の作成手順に沿って記述すべき対象を示した。また、本ガイドラインでは、街歩きを楽しむという観点でもガイドラインを改訂している。

(2) システム適用上の留意点

a) 情報発信地点

情報発信地点については、空間の分節と重要施設に分けたが、どちらも状況が変わる地点であるため情報を発信する場所としては、妥当である。地点の数については、実験サイト内では、細かく発信することができたため、適切であったという意見が多い。一方、実験サイト内で同じ条件下で情報発信地点を設定した際に、地点の数が

表-6 地物記述ガイドラインの目次と主な改訂点

目次	改訂点
ことばの地図に関するガイドライン	
1. 発信地点	具体的な場所の条件を明記.
2. 地理情報	音声案内の項目別に記述すべき対象を改訂.
3. 道草案内・ことばの写生	新たな案内の方法・対象を追加.
4. 統語	地物の位置関係の表現方法を具体化.
指示に関するガイドライン	
1. はじめ・おわりの案内	(変更なし)
2. 歩行指示	内容を細分化し、細分化された項目別に案内方法を記す.
3. 戻れ指示	提示すべき場所、メッセージを追加.
語彙	
1. 語彙	新規語彙の追加.
アプリに関するガイドライン	
1. ナビシステム	(変更なし)
2. 地物記述データ入力システム	(変更なし)

満足するかは確認できていないのが現状である。

b) ことばの地図

統語する際の順番を整えることにより、単路部では、多くの被験者が違和感なく理解することができた。しかし、交差点部等の通路が複数ある場合、その中でも特に情報が多い場合には、通路情報で通路の説明をし、最後に通路ごとの危険物・手がかりが案内される為、情報を相互に結び付けることが難しく、混乱することが多かった。しかし、交差点部であっても、単純な場合には、理解することができた。今後、複雑な通路の場合には、確認を繰り返すことで更新していくことが重要である。

統語作業を簡略化するために、周辺情報については、交差点部では、通路と通路の間のランドマークについて統語するようなシステムを導入したが、交差点部は、十字路を想定するような形で統語したため、三叉路等で通路の間ではないのに、情報が案内される場合があり、混乱することがあった。その対処として、三叉路等でも道の特性に合わせて、通路と通路の間の情報を案内することにより混乱は、解消された。

既往研究で作成された**ことばの地図**は、ナビによる指示と組み合わせたものであり、進行方向の地物情報が中心であったが、本研究では、どの地点でどの方向に向かって進む場合でも利用できるように情報発信地点に必要な情報は、全て盛り込まれている。そのため、説明量が長いという意見が多くなった。しかし、利用者の進行方向の情報を集中して記憶したり、何度も聞いたりすることで多少長くても理解できた。さらに、知らなかった情報を得ることで外出機会の促進にもつながるため、現状で留めておくとする。

7. 結論と今後の課題

ことばの地図を作成する手順として、情報入力と情報の統語の2段階に作業を分割・分担することにより、作業効率が上がった。

情報入力を項目ごとに入力することでモードの切り替えが容易になった。その反面、特徴的な地形の場合にくだい言い回しになってしまったりと却って混乱させることもあった。

今後は、早期実用化を考えると、ナビの対象エリアの拡大が必要となる。そこで、本研究の成果である実験サイトにてことばの地図の作成者を育成し、人的組織の形成を図る必要がある。

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) 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論文集, pp.509-514, 2013.

- 2) 小谷智也, 高橋咲衣, 内田敬: 視覚障害者向け音声ナビガイドラインの精細化, 土木学会第69回年次学術講演会講演概要集, IV, pp.59-60, 2014.
- 3) 認定 NPO 法人ことばの道案内, <http://www.kotonavi.jp/>, 最終閲覧日 2017.7.29.
- 4) 携帯型GPS地図端末トレッカーブリーズ, 有限会社エクストラ, <http://www.extra.co.jp/breeze/>, 最終閲覧日 2017.7.29.
- 5) 松井奈美編著: 同行援護ハンドブック [第2版] 視覚障害者の外出を安全に支援するために, 日本医療企画, 2016.
- 6) 高橋咲衣, 内田敬, 松浦啓介: 視覚障害者向け歩行者支援ナビへの「ことばの写生」の導入, 第35回交通工学研究発表会論文集, pp.465-470, 2015.
- 7) 高橋咲衣, 内田敬: 日常生活モビリティを考慮した視覚障害者ナビの地物記述ガイドライン, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.72, No.5, pp.I_1085-I_1094, 2016.

(2017.?? ?? 受付)

A SYSTEM OF ASSISTING VERBAL MAP DESCRIPTION OF PEDESTRIAN TOWN NAVIGATION FOR UNIVERSAL SITUATIONS

Yumie SAWADA, Takashi UCHIDA, Yuki ADACHI

It is very hard use walking navigation by smartphones and AR app for visually-impaired people unlike sighted people. Visually-impaired people can't walk a strange land alone. They can't enjoy walking even the well know land because of not knowing the information of the facilities not to usually use and scene of a town changing every day. Voice AR navigation has been studied from the point of view of safety, pace of mind and enjoying walk in order to overcome this disparity.

This study build a system that allows anyone to easily description Verbal Map. These are helping expanding of navigation area and make more useful AR app for visually-impaired people.