

視覚障害者のための歩行案内システムの 評価に関する研究

野田宏治¹・松本幸正²・荻野弘³・栗本讓⁴

¹正会員 豊田工業高等専門学校助教授 環境都市工学科 (〒471 豊田市栄生町2丁目1番地)

²正会員 工修 名城大学助手 理工学部土木工学科 (〒468 名古屋市天白区塩釜口1-501)

³正会員 工博 豊田工業高等専門学校教授 環境都市工学科 (〒471 豊田市栄生町2丁目1番地)

⁴正会員 工博 名城大学教授 理工学部土木工学科 (〒468 名古屋市天白区塩釜口1-501)

本研究は、微弱電波発信装置と市販の携帯ラジオとを用いて、視覚障害者のためのFM電波情報による歩行案内システムを構築した。また一人で外出できる視覚障害者を被験者とした歩行実験から、歩行案内システムの案内情報提供の有効性を評価した。その結果、視覚障害者が案内情報を理解し、心理地図を描きながら的確に目的地まで到達できること、また案内情報の評価を用いた数量化Ⅲ類の分析から、被験者を3つのグループに分類でき、各グループの外出能力や歩行能力が明らかとなった。

Key Words : *visually handicapped, route and destination guidance system, HAYASHI III*

1. はじめに

近年、生涯学習やノーマライゼーションなどの提唱により、高齢者や身体障害者が利用しやすい交通施設や交通輸送サービスが独自の問題として捉えられ、整備されるようになってきた。すでに高齢者の交通行動や自動車の運転特性、身体障害者を含むスペシャルトランスポートサービスなどの研究がなされ、高齢運転者のためのシルバーマークや低床バスなど多くのものが実用化されている。しかしながら高齢者を含む身体障害者のこれまでの議論の中に、視覚障害者の外出に関することが含まれることはほとんどなかった。

視覚障害者誘導用ブロック(以下点字ブロックという)が設置されるようになったのは昭和48年11月14日付けの建設省通達に基づいて道路管理者が整備に努め、その後視覚障害者誘導ブロック設置指針・同解説¹⁾となって道路管理者に提示され、今日までの点字ブロックの整備がなされている。しかしながら点字ブロックは歩行位置と歩行方向を認知させるにとどまっており、音響信号なども外出を積極的に援助するための情報提供までには至っていない。

視覚障害者の外出を対象とした研究は、点字ブロックの識別や検出に関する研究²⁾、視覚障害者が外出時

に必要とする情報の分析³⁾あるいは点字地図の提供⁴⁾、踏み切りや横断歩道の移動技術に関する研究⁵⁾、視覚障害者の歩行訓練と歩行環境⁶⁾、また目的地まで安全に到達するための盲導犬ロボットの開発⁷⁾、超音波や赤外線、磁気方位センサを利用した視覚障害者の位置確認⁸⁾やナビゲーションシステムの開発⁹⁾などが試みられている。

ところがこれらの研究の多くは視覚障害者の外出を援助する一部分を解決したにとどまっており、種々の機器開発も機器が大ききく簡単に携帯して利用できなかったり、設置費用が高価なため設置区間が限定されたり特殊機器の携行が必要であったり問題点も多く、これまでのところ視覚障害者の外出を総合的に案内するシステムの実用化までには至っていない。

一般の広範な健全者、障害者を対象とした歩行案内システムの代表的なものとしては、「IRIS」(誘導通信を活用したインフォメーションシステム)¹⁰⁾がある。このシステムは情報発信装置と歩道等に敷設された誘導線、情報を受信するための専用受信機から成り、提供される情報を得るためには専用受信機が必要で、利用者が限定される。

一方点字ブロックを磁気標識体とし、これに共鳴する専用白杖を利用した視覚障害者誘導システム

(HANMYO)¹¹⁾が立川市役所などに設置されているが専用の白杖が必要であり、情報入手のために別に設けられた音声情報装置のスイッチを入れる必要がある。市役所、病院などの施設内の誘導には大変有効であるが、一般道での普及までには至っていない。

これまで視覚障害者が一人で外出する場合には、目的地または周辺までの地理や情報すべてを記憶しておき、その順序に従って行動することが一般的で、初めての場所へは容易に行くことができなかった。

我々は初めての場所に一人で行くことができるシステムとして微弱電波を用いた歩行案内システム^{12)~16)}を提案しているが、本研究では、これらの成果を基に歩行案内情報を提供するFM微弱電波発信装置と市販の携帯ラジオを受信器とする新たな歩行案内システムを提案した。

本システムでは、主要地点となる地下鉄などの駅から周辺の目的地までをいくらかの区間に区切り、区間毎の歩行情報を少しずつ提供しながら目的地まで案内するもので、視覚障害者は提供される情報により区間毎の心理地図を構築するだけで、初めての目的地へも容易に行くことができるものである。

提案したシステムの信頼性を確認するため、歩行レベルが比較的高い一人で外出できる視覚障害者を被験者とした歩行実験を行った。その結果、実験時に行った歩行に関する意識調査の分析を合わせ、歩行案内システムの作動状況の確認や歩行の安全確認、また視覚障害者の外出時の必要な情報内容、視覚障害者の歩行レベルを明らかにした。

2. 視覚障害者の実態と歩行環境

(1) 視覚障害者の実態

厚生省が5年ごとに実施している18歳以上の障害者を対象とした平成3年11月の身体障害者実態調査¹⁷⁾による推定値で身体障害者総数は2,722,000人、そのうち視覚障害者は353,000人で、前回昭和62年の調査より46,000人増加している。昭和26年からの調査による身体障害者数は増加傾向にある。

視覚障害の程度は、1級(両眼視力の和が0.01以下のもの)から6級(一眼の視力が0.02以下、他眼の視力が0.6以下のもの)まで区分されている。1級に区分される割合が最も多く36.0%、2級(両眼の視力の和が0.02以上0.04以下のもの)が2番目で21.5%、両者で約6割を占めている。障害の発生時を年齢階級で見ると18歳以下では約20%、18歳~39歳では17%、40歳以上では47%となり、不詳は16%あるが、成人になってから障

害発生の多いことがわかる。

視覚障害を持つ18歳未満については視覚障害児として区分され、その数は推計値で昭和40年が14,400人、昭和45年が7,000人、昭和62年には5,800人、平成3年11月時点には3,900人となり、このことから視覚障害児は減少している。平成3年の調査では、視覚障害児と18歳以上の視覚障害者とを合わせた人数は約357,000人となり、視覚障害児は視覚障害者全体の1.1%で視覚障害のほとんどは18歳以上の成人である。

(2) 歩行環境

視覚障害者の歩行手段としては以下に示す5つ¹⁸⁾がある。

- ①補助具を全く使用しない歩行
- ②手引きによる歩行
- ③白杖を使用する歩行
- ④盲導犬を利用する歩行
- ⑤電子機器による補助具を使用する歩行

これらの1つあるいはいくつかを組み合わせ、歩行がなされる。

全盲の場合、①は行動範囲が家の中などの狭い範囲の歩行に限定され、②はガイドヘルパーにより安全で広い範囲の歩行が提供される。③から⑤は補助具の使い方訓練と実際に補助具を用いた実地の歩行訓練により、単独で広範囲の歩行が可能になるが、目的地までの地理をすべて覚えなければならない。

弱視の場合、全盲に比べ視覚的情報が僅かながら得られるため全盲以上の外出行動が可能となる。

これまで視覚障害者の屋外における歩行環境として、次の3要素¹⁹⁾が成立するとき正しい歩行が行われてるものといわれている。

- (a)視覚障害者の歩行能力
- (b)道路等の環境
- (c)一般社会の理解

視覚障害者の歩行能力については、歩行訓練士による歩行訓練を受けることで、基本的歩行技術を修得し、歩行能力を向上させることができる。また歩行補助具として点字ブロック、音響信号やランドマーク用チャイム、フェライト利用による誘導装置などがあり、視覚障害者の歩行を補助している。

道路等の環境については、道路等の安全点検の実施や歩道に放置された自転車などの撤去、違法駐車対策、また駅でのプラットホームからの転落事故防止対策などを講じなければならない。

一般社会の理解については、まだ十分な社会の認識が得られず、歩道上の歩行安全の確保や障害者への援

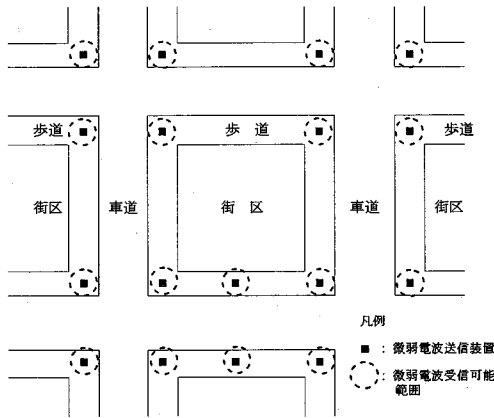


図-1 視覚障害者歩行案内システム概念図

助教育など、十分とはいえない。

視覚障害者が白杖歩行で目的地に到達するため必要とする情報は、道路等の環境に基盤を置くことと、順序的な時系列情報に基盤を置くことが明らかにされている^{20) - 21)}。したがって視覚障害者が一人で外出するためには、上記3要素のほかに、本研究で取り上げている主要地点から目的地までの「歩行案内情報提供」の要素を加えたものを歩行の4要素とすることで、歩行環境は格段に改善されるものと思われる。

3. 歩行案内システム

(1) 歩行案内システム

歩行案内システムの案内情報を提供する方法として、歩行者が歩く動線上で絶えず歩行途中の情報を提供する線方式と歩行経路をいくつかの区間に区切り、区間の始まり地点でそれもわずか2～3mの範囲でその区間だけの歩行情報を提供する点方式の2つの方法が考えられる。

これまでの歩行案内システムの実験結果^{22) - 26)}から、歩行動線上で絶えず情報が得られる線方式では、路上に敷設されたアンテナを軸とした左右数メートルの範囲内で案内情報の電波を受信できるが、途中で進行方向を誤ると正しい方向に進む案内情報が得られなくなり目的地に到着できない。また歩行途中で自分の位置を確認できないことや歩行途中でラジオの音声情報ばかりに気を取られ、歩行中の自分自身の安全確認をするための車道の交通状況や周辺の歩行環境を的確に把握できず、かえって提供される情報の音声で安全を確保する上での雑音になってしまうなどの問題が発生した。

歩行案内情報を点情報として提供する図-1の方

表-1 情報の内容と構成順位

順位	情報の内容
1	地点番号(地点名、情報の長さ)
2	通路の形態(直線,クランク,歩行者道路)
3	目的地の方向
4	次の測点までの距離と方向
5	通路の状況

表-2 案内情報の提供例

- ◎こちらは、チャンネル4.ポイント 1-3.南向き情報. 55秒あります。
- ◎まもなく、通路は、T字路突き当たりになります。
- ◎4番出口,博物館・瑞穂図書館方面は東に約12m, 階段を数段昇り, すぐ南に向かってください。
- ◎5番出口は西に約10m, 階段を数段昇り, すぐ南に向かってください。
- ◎両方とも、階段を昇ったところで誘導ブロックはなくなります。それぞれ、通路は1本です。それぞれ、そこから南に約35mで、地下鉄出口, 昇り階段になります。そこがポイント1-4及び2-1になります。
- ◎以上。

式では、案内情報は発信器から数メートルの範囲にしか届かないため、それぞれの案内情報は独立の点情報として機能する。また、次の案内情報提供地点まで歩行している間は周辺の道路交通状況に神経が集中でき、次の案内情報提供地点に近づけば再びラジオから案内情報が得られ、自分の位置も確認できる。この方式では提供された案内情報で心理地図を構築し、周辺の状況を確認しながら次の案内情報提供地点周辺まで安全に歩行することができる。

また、市街地では独立した点情報として案内情報を提供できることから同じチャンネルで歩行途中の情報を連続的に得られる。つまり市街地では点情報の提供地点を結ぶことで、歩行案内のネットワークが構築できる。

本研究で提案する歩行案内システムは、FM電波で案内情報を提供する微弱電波発信装置とその電波を受信するための市販の携帯ラジオとから成る。発信装置は、FM5波を同時に出力でき、エンドレステープもしくは音声ロムの案内情報を電波にのせ、市販の携帯ラジオで手軽に、理解できるまで繰り返し音声情報を聞くことができる。また、複数の電波を同時に発信できれば、分岐する地点や駅、バス停など1地点で異なった方向の案内情報や乗り場案内、バス停時刻など多種の情報を提供したい場合など、それぞれの電波の案内情報の中で他チャンネルの情報内容を説明することにより、各自が必要とする情報がチャンネルの選択だけで容易に得られる。

表-3 被験者一覧

番号	年齢	性別	障害程度	視力の固定期(歳)	一人歩き(歳)	職業	歩行所要時間(秒)
1	30	男	一級	4	4	プログラマー	688
2	32	男	一級	2	3	理容師	856
3	48	女	一級	6	6	無職	1262
4	44	男	一級	12	12	無職	913
5	60	男	一級	20	17	プログラマー	590
6	37	男	一級	4	3	学生	852
7	29	男	一級	3	2	学生	615
8	47	男	二級	1	1	教員	999
9	59	男	一級	3	1	無職	915
10	59	男	一級	49	20	マッサージ師	1043
11	57	女	一級	34	2	無職	965
12	49	女	一級	6	6	無職	863
13	40	男	二級	7	7	無職	783
14	45	男	一級	8	6	プログラマー	792
15	25	男	一級	2	1	学生	521
16	47	男	一級	6	6	無職	583
17	60	男	二級	10	10	マッサージ師	369
18	43	男	一級	20	18	マッサージ師	701
19	40	男	一級	13	13	マッサージ師	446
20	60	男	一級	10	10	マッサージ師	1041
21	60	男	二級	6	6	マッサージ師	893
22*	36	男	一級	6	6	ワーカー	502
23*	43	男	一級	23	23	教員	379
49	女	二級	8	5	学生		
70	男	一級	24	24	点字速記者		
47	男	一級	29	29	マッサージ師		
63	男	四級	19	5	無職		
42	男	一級	8	8	施設職員		
21	女	一級	1	1	無職		

*は盲導犬利用者を示す。

(2) 案内情報

提供する案内情報の代表的な内容を表-1に示す。視覚障害者への歩行案内教育の実情²⁷⁾とこれまでの多くの歩行案内システム実験^{28) - 32)}や調査^{33) - 34)}により、情報を伝達する順番を表に示す番号順に統一した。

案内情報の提供例を表-2に示す。実験で使用した音声テープは、情報提供の測点間による聞き取りに差がないよう、読み方や読みの速度を統一し、専門家の協力を得て、録音専用の施設で製作した。

4. 視覚障害者による歩行実験

歩行実験は、視覚障害者を被験者として名古屋市地下鉄桜山駅改札出口から名古屋市博物館までの区間(最短歩行距離 486 m)で行った。

案内情報の提供を 10 カ所とし、4 カ所では微弱電波発信装置から案内情報を発信し、受信はポケットに入れた市販の携帯ラジオで受信し、接続したイヤホンから案内情報を聞き取った。残る 6 カ所では微弱電波発信装置が準備できなかったため、案内情報提供をテ

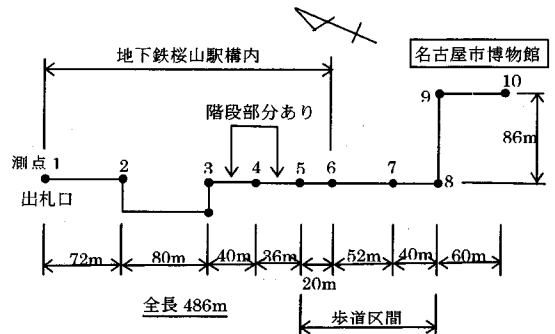


図-2 歩行経路と案内情報提供地点

ープレコーダで代用した。今回の実験では各測点での案内情報を立ち止まった状態で聞かせている。

(1) 被験者

被験者の一覧および被験者の属性を表-3に示す。被験者は日常一人で外出している視覚障害者 29 名で、そのうち 2 名は盲導犬を利用している。被験者の障害程度はほとんどが一級ないし二級である。男性がほとんどである。

なお分析対象は、実測データの一部に欠損があった 6 名を除く 23 名とした。

(2) 歩行経路

実験の歩行経路および案内情報提供地点を図-2に示す。歩行経路は測点 1 の地下鉄駅出口を出発点として測点 5 までは地下通路、測点 8 までは歩道、測点 8 から測点 10 は博物館へ通じる敷地内の専用通路である。測点 6 と測点 7 で道路を横切るが、測点 6 は信号機のない横断歩道、測点 7 は歩行者用信号機は設置されているが音響装置のない横断歩道である。地下鉄駅構内の測点 3 から測点 5 区間の階段部分と 2 カ所の横断歩道を除き、点字ブロックが設置されている。

(3) 歩行所要時間

視覚障害者を対象とした実験では測点間の歩行時間だけを歩行所要時間とし、各測点で被験者が案内情報を聞くために要した時間を除いた。各被験者の歩行所要時間を表-3に示す。

歩行所要時間の最小は 6 分 9 秒、最大は 21 分 2 秒である。被験者全体の平均歩行所要時間は 12 分 14 秒、標準偏差は 3 分 50 秒である。そのうち白杖を利用した被験者の平均歩行所要時間は 13 分 14 秒、標準偏差は 3 分 35 秒、盲導犬を伴った 2 名の平均歩行所要時間は 7 分 21 秒、標準偏差は 1 分 1 秒であった。盲導犬に導かれての歩行速度はかなり速い。

表-4 被験者全体およびクラスごとの案内情報に関する評価

クラス(人数)	測点 1					測点 2					測点 3					測点 4					測点 5				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
A (7)	6	1			7						6	1			6	1				7					4
B (4)	4				4						3	1			3	1				4					
C (10)	9	1			10						9	1			7	1				2	6	1			1
	盲導犬(2)	2			2						2				2					2	1	1			2
合計 (23名)	21	2			23						20	3			18	3				2	18	2			1
クラス(人数)	測点 6					測点 7					測点 8					測点 9					測点 10				
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2	X3	X4	X5
A (7)	7				7						7				7					7					6
B (4)	4				3	1					4				3	1				4					4
C (10)	6	1	1	1	9	1					10				10					9	1				
	盲導犬(2)	1	1		2						2				2					2					
合計 (23名)	18	2	1	1	21	2					23				22	1				21	2				

凡例 X1:非常に良い X2:良い X3:普通 X4:悪い X5:非常に悪い

表-5 数量化Ⅲ類によるカテゴリースコア

項目	カテゴリ	ベクトルの次元		
		1次元	2次元	3次元
初めての所でも苦にならず出かけられる	はい	-1.680	-0.344	-0.149
	いいえ	0.593	0.121	0.053
信号交差点と交差点を区別できる	初めての道でもなれた道なら	-0.663	-0.495	-1.407
	難しい	0.880	0.704	1.421
路地の横断ができる	はい	-0.851	-1.102	2.675
	いいえ	-0.540	0.392	0.076
音響信号機の交差点を横断できる	初めての道でもなれた道なら	2.564	-1.862	-0.362
	難しい	-0.644	0.525	0.034
片側3車線以上の横断歩道を横断できる	初めての道でもなれた道なら	1.490	-1.431	1.434
	難しい	3.493	-1.772	-7.746
バスに乗って出かけられる	初めての道でもなれた道なら	-1.301	0.544	0.352
	難しい	0.946	0.654	-1.169
地下街を歩ける	はい	0.563	-2.858	2.132
	いいえ	-0.851	-1.070	0.549
歩行訓練を受けたことがある	初めての場所でもなれた場所なら	1.107	1.391	-0.714
	難しい	-1.480	-0.672	-0.821
	はい	0.156	1.670	0.421
	いいえ	1.513	-1.141	0.458
	はい	-0.198	-0.526	-0.325
	いいえ	0.942	2.497	1.542

(4) 案内情報に関する意識調査

案内情報に関する意識調査は情報提供を行った 10カ所の測点すべてについて行った。案内情報に関する意識調査の評価は「非常に良い」から「非常に悪い」までの5段階で聞いた。

案内情報の提供は基本的に前述の表-1に示す順位で提供したが、案内情報から心理地図を構築するにあたって道路の環境を示す空間的情報と時系列情報的重要性が指摘³⁵⁾されていることからこの点を見る目的で、測点5と測点6の2地点については提供順位を1→3→2→5→4に変更した。

各測点における被験者全体の評価を表-4に示す。一般的に情報提供に対しては良好な評価をしている

表-6 クラス別平均歩行所要時間

区間	平均歩行所要時間(sec.)					区間長(m)
	A	B	C		平均	
			白杖	盲導犬		
1-2	189.6	167.3	139.7	55.0	137.9	72
2-3	149.0	127.5	95.4	69.0	110.2	80
3-4	83.1	81.5	86.1	48.5	74.8	40
4-5	49.9	48.5	37.3	35.5	42.8	36
5-6	43.9	33.8	22.8	14.0	28.6	20
6-7	80.9	79.8	60.5	38.0	64.8	52
7-8	82.1	88.3	58.8	66.0	73.8	40
8-9	101.6	93.3	63.5	55.0	78.4	86
9-10	169.7	89.5	85.5	69.0	103.4	60
全区間	949.7	809.3	639.6	450.0	714.7	486

表-7 クラス別平均歩行速度と聞き取り回数

項目	A	B	C		平均
			白杖	盲導犬	
歩行速度(m/sec)	0.51	0.60	0.76	1.08	0.68
聞き取り回数	2.7	2.6	2.3	2.0	2.5

が測点4、測点5、測点6については「悪い」、「非常に悪い」の回答があった。測点4は地下鉄構内から地上へ至る階段の途中に位置し、上りきれば地上の測点5に到達でき途中で迷うことはない。かえって情報を聞くことで余分な情報の処理を必要とし、測点4の情報を不必要な情報と受け取ったためであろう。測点5と測点6の評価については情報の提供順位を入れ替えたことで、それまでの心理地図の構築順序が変わり、心理地図の構築がすぐにはできなかったことによるものと考えられる。実際に音声情報の評価を聞き取る調査の中で、情報の提供順序を入れ替えたことを被験者に知らせていなかったにも関わらず、情報理解がすぐにできなかった理由として、多くの被験者から明確にこのことを指摘されている。

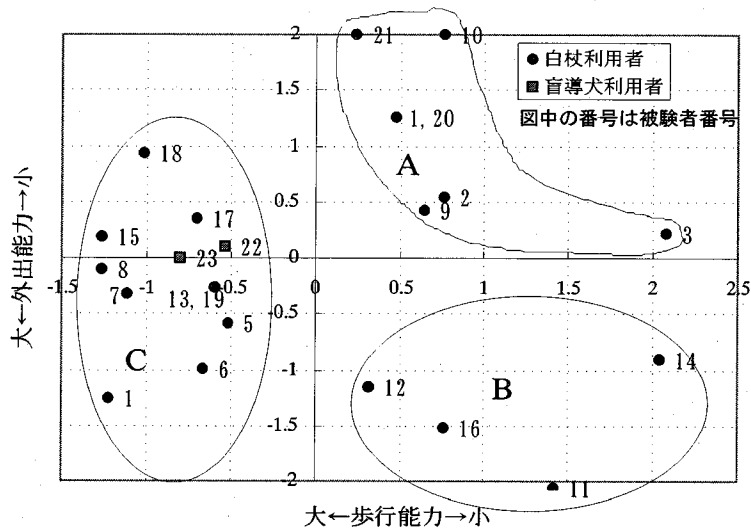


図-3 視覚障害者のクラス分け

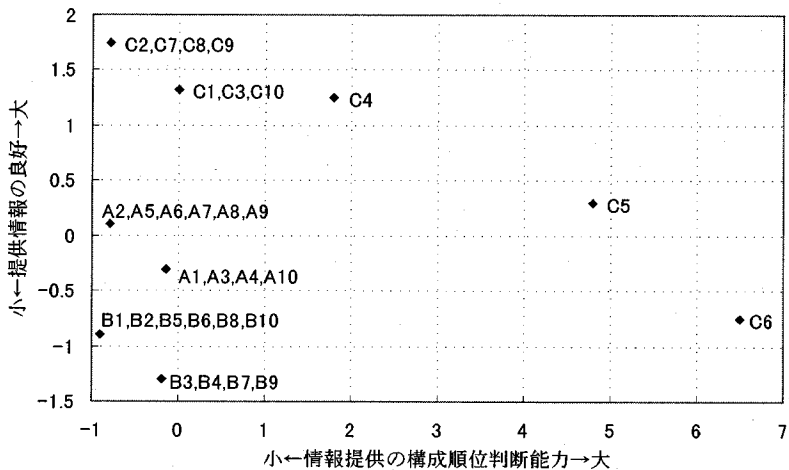


図-4 クラス別データによる主成分分析

5. 視覚障害者の歩行特性

(1) 視覚障害者の区分

歩行案内システムは社会基盤の1つとして重要な役割を果たすことから、システム構築にあたり、視力の固定期、性別、年齢などの個人属性によるグループ化ではなく、歩行能力や外出能力に応じたグループ化を行う必要がある。

歩行能力や外出能力を示すと思われる項目として表-5に示す比較的容易に回答させることができる8項目を選び、数量化Ⅲ類による分析を行った。表よ

り1次元は「音響信号の交差点を横断できる」に対して「難しい」、「路地の横断ができる」に対して「いいえ」のカテゴリスコアが高いことから通常の歩行行動での歩行能力を示していると思われる。

2次元は「片側3車線以上の横断歩道を横断できる」に対し「難しい」、「歩行訓練を受けたことがある」に対し「いいえ」のカテゴリスコアが高いことから、訓練や外出経験の多少に関わる外出能力を示していると思われる。

一方、3次元は「音響信号の交差点を横断できる」に対して「難しい」、「信号交差点と交差点を区別できる」

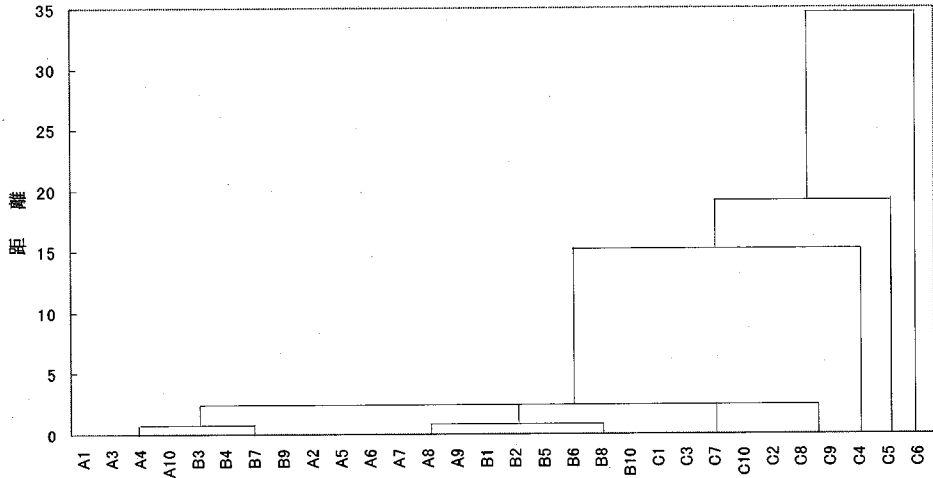


図-5 クラス別データによるクラスター分析

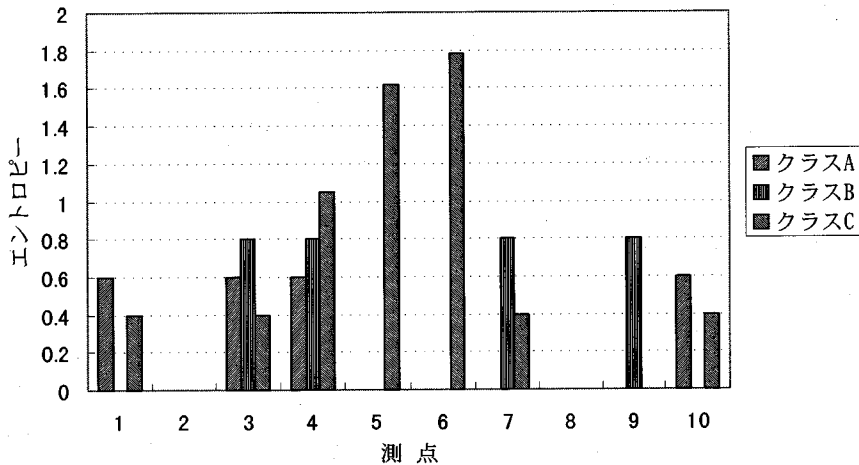


図-6 クラス別データによるエントロピー

に対し"難しい"のカテゴリスコアが高く、信号交差点を中心として交差点の横断についての横断歩行能力を示していると思われる。

被験者 23 名についてのスコアを 2 次元で示すと図-3 になる。これらをクラス A は歩行能力も外出能力も劣るクラス、クラス B は歩行能力は低いが外出能力が高いクラス、クラス C は歩行能力は高く、外出能力が中央にあるクラスの 3 つに分類することができる。

(2) クラス別歩行特性

数量化Ⅲ類で分類したクラス別の歩行所要時間を表-6 に、また平均歩行速度、平均聞き取り回数を表-7 に示す。

クラス A は平均歩行速度が 0.51m/sec.、平均聞き取り回数が 2.7 回とクラス B、クラス C に比べ平均歩行速度は低く、聞き取り回数が多いクラスで、自力での歩行外出が劣っていることがわかる。一方クラス C は平均歩行速度が 0.76m/sec.、平均聞き取り回数が 2.3 回といずれの指標も高い水準にあり、自力での歩行外出に優れているクラスであることがわかる。クラス B の平均歩行速度と平均聞き取り回数はクラス A に近い値を示すものの外出能力についてみるとクラス C に近いことが示されており、片側 3 車線以上の横断歩道が横断できるような歩行訓練や、周囲の状況が正しく判断できる情報の提供によりクラス C の状態に近づけることができるクラスである。

クラスAについては、視覚障害者にとって有利となる音響信号機による判断能力や路地などでの歩行能力が劣っている。

(3) 各測点で与えた案内情報の的確性

3つのクラス別に各測点における案内情報の的確性を求めた。各測点間隔や各測点の案内情報の中身は異なるが、案内情報の提供方法が測点5、測点6を除いて同じである。したがって表-4に示すクラスごとに10カ所の測点の案内情報を5段階評価し、平均化したものをそれぞれのデータとして取り扱った。クラスAのデータの測点1から測点10をA1からA10に、他のクラスも同様にB1からB10、C1からC10として、合計30のデータにより主成分分析およびクラスター分析を行った。

主成分分析の結果、30のデータは図-4に示すように9点に集約できた。1次元は"提供情報の構成順位判断能力"、2次元は"提供情報の良好"とすることができる。

クラスCの3点を除けば全般的に"提供情報の構成順位判断能力"が小さく、"提供情報の良好"は大から小まで分布している。クラスAは"提供情報の良好"、"提供情報の構成順位判断能力"ともに中ほどに位置している。クラスBの点は"提供情報の良好"が小さく、"提供情報の構成順位判断能力"が小さい。クラスCについては測点4、測点5、測点6を除き"提供情報の良好"は大きく、"提供情報の構成順位判断能力"は小さい。測点4は"提供情報の構成順位判断能力"がやや大側に、測点5、測点6は"提供情報の構成順位判断能力"が大に位置している。歩行能力が高いクラスでは案内情報提供順位の変更が案内情報の評価に悪影響をおよぼしている。

主成分分析と同じデータを用いて、クラスター分析を行い、図-5に示す結果を得た。やはりデータは9のグループに分類でき、距離も妥当なものが得られた。特にクラスCの測点4、測点5、測点6は他とは大きくかけ離れ、独立した点となっている。

(4) エントロピーによる提供情報の評価

数量化Ⅲ類、主成分分析およびクラスター分析の結果、視覚障害者に与えた情報は歩行能力、外出能力などによりその理解度に差があることが示された。特に、情報提供の順序を入れ替えた測点5、測点6で、歩行や外出能力の高いクラスC内の評価が分かれた。

被験者にとって表-1の情報は記憶され、多くの場合再生されて目的を達成するための行動へとつながっていく。記憶の再生過程で想起すべき潜在的情報へ

のアクセスの一つに連想的探索³⁶⁾があり、この連想的探索を容易にするための記憶方法に連想記憶が用いられる。ここで表-1の内容を情報として考えると表-4は受け手である被験者が受けた情報量として考えることができる。

一般に、複数の選択肢で出現する確率から求められる情報量の大きさはエントロピー³⁷⁾として式(1)で示される。

$$H = - \sum p_i \log p_i \quad (1)$$

H : エントロピー (bit)

p_i : i 事象の生起確率

エントロピーと情報量との関係は、

$$\left(\begin{array}{ccc} \text{エントロピー} & \text{大} & \longleftrightarrow & \text{小} \\ \text{情報量} & & & \text{大} \\ & & \text{小} & \longleftrightarrow & \end{array} \right)$$

になる。つまりエントロピーの大きさは情報量の小に、エントロピーの小ささは情報量の大きに通じている。

表-4における各クラスの測点ごとのエントロピーを図-6に示す。

図-6のエントロピーが0の測点は被験者全員が同一の評価をした場合で、判断に置いて最も効果的な情報量と見ることができる。

クラスCについて測点ごとにエントロピーの変化をみると、測点5と測点6は1.6、1.8と最も大きく、この2地点では案内情報の提供順位を表-1に示す順序ではなく、1→3→2→5→4の順序で提供したことによるものと思われる。

一方、クラスAとクラスBのエントロピーは0.0から0.8の値を示し、特に測点5と測点6ではともに0.0であり、クラスCとは異なる。

歩行能力や外出能力の優れた視覚障害者であるクラスCが測点5、測点6でエントロピーが大であり、クラスCより歩行能力や外出能力が劣るクラスA、クラスBでのエントロピーが小であることから、外出能力や歩行能力の高いクラスCは情報の連続性を示す提供順序についても評価していることがわかる。

以上の結果から、歩行能力や外出能力の優れた視覚障害者は、与えられた情報の質、量および提供の順序を的確に把握し行動するが、歩行能力や外出能力に欠ける視覚障害者は連想的探索能力に乏しく、その場で判断して行動するようである。このことは表-6でクラスCの全区間の所用時間がクラスA、Bに比べ大幅に小さいことから分かる。

6. まとめ

視覚障害者のための歩行案内システムの情報提供について以下のことが明らかとなった。

従来の線的に歩行案内情報を提供する方式と本研究で提案した点情報として案内情報を提供する方式との比較では、

- (a) 点情報で案内情報を提供することによって、点と点をつなぐネットワークが構築でき、わずかな機器で簡単に、また安価で広い範囲で案内情報を効率的に提供でき、音声ロムを用いることで小型化できる。
- (b) 点情報では、電波の届く範囲が限定されるため、自分の位置関係を確認でき、情報を確認後は次の情報提供地点まで、周囲の歩行環境を確かめながら移動することができる。
- (c) 本研究で提案した歩行案内システムによる情報提供で障害者が交通の結節点から案内情報を聞き取り心理地図を描きながら、的確に目的地まで到達できることが示された。

視覚障害者を対象とした数量化Ⅲ類の分析から、

- (d) 視覚障害者の歩行レベルをクラスA, B, Cの3つに分けることができ、歩行レベルの指標となる歩行能力、外出能力を明らかにでき、しかも歩行能力、外出能力が劣るクラスに対する歩行訓練の方向も示すことができた。
- (e) クラス別に歩行所要時間、案内情報の聞き取り回数の違いが明らかにできた。

本研究を通して、

- (f) 総合的に歩行・外出能力の高いクラスCでは案内情報の提供順位を変更することで一部に評価の低下が発生する。
- (g) 本研究で提案した案内情報の内容と構成順位は良好な評価を受けた。

などを明らかにすることができ、本研究で目的とした視覚障害者のための歩行案内システムの情報提供が有効であることが確認できた。

なお本研究で提案した歩行案内システムは、視覚障害者はもちろんのこと、今後急激に増加する視力が低下する高齢者の外出にも有効なシステムになりうるものと思われる。

謝辞:最後に本研究を進めるにあたり、平成5年度、平成6年度の文部省科学研究費補助金(試験研究B(1))の補助を受けました。また名古屋市長総合リハビリテーションセンター視覚指導課職員の皆さんには実験を進める上で、有益な助言と協力をいただきました。記して感謝します。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会:視覚障害者誘導ブロック設置指針・同解説,社団法人日本道路協会,1987.9.
- 2) 坂口陸男,岩崎聖司:視覚障害者誘導用ブロックの色彩と視認性に関する調査検討,視覚障害リハビリテーション協会紀要,No.1,pp.1-8,1994.5.
- 3) 遠藤健一,瀬尾政雄:視覚障害生徒の単独歩行における手がかりの特徴について -歩行ルートの説明文の分析-,第14回視覚障害歩行研究会,pp.34-35,1990.11.
- 4) Don Parks:"NOMAD": AN AUDIO-TACTILE TOOL FOR THE ACQUISITION, USE AND MANAGEMENT OF SPATIALLY DISTRIBUTED INFORMATION BY PARTIALLY SIGHTED AND BLIND PERSONS,PROCEEDINGS OF THE SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MAPS AND GRAPHICS FOR VISUALLY HANDICAPPED PEOPLE,pp.24-29,1988.
- 5) 田内雅規,村上琢磨,清水学,大倉元宏:視覚障害者の道路横断を支援する新しい試み,第19回感覚代行シンポジウム発表論文集,pp.143-148,1993.12.
- 6) 芝田裕一:視覚障害者の歩行環境,視覚障害研究第33号,pp.25-33,1991.6.
- 7) 小谷信司,松下剛,森英雄:盲導犬ロボットの開発(第4報) -ロボットの移動戦略と地図システムの構築-,第19回感覚代行シンポジウム発表論文集,pp.129-132,1993.12.
- 8) 浜崎伊久代,米川美智子,佐々木忠之,堀籠義明:超音波式盲人歩行補助具における物体探知特性の検討,第18回感覚代行シンポジウム発表論文集,pp.11-15,1992.12.
- 9) 藤城郁哉,永住和寛,東浦之人:視覚障害者用簡易ナビゲーションシステムの開発,第19回感覚代行シンポジウム発表論文集,pp.133-136,1993.12.
- 10) IRIS 協議会:IRIS パンフレット,1991.7.
- 11) 立川市:視覚障害者誘導システム(HANMYO)利用のご案内!,1988.3.
- 12) 荻野弘,栗本讓,野田宏治:微弱電波を利用した視覚障害者のための歩行案内誘導システムの開発,第45回年次学術講演会講演概要集第4部,pp.398-399,1990.
- 13) 野田宏治,松本幸正,荻野弘,栗本讓:視覚障害者・高齢者の歩行案内システムに関する基礎的研究,第49回年次学術講演会講演概要集第4部,pp.280-281,1994.
- 14) 野田宏治,松本幸正,荻野弘,栗本讓:微弱電波を利用した視覚障害者・高齢者の歩行案内システムに関する研究,第14回交通工学研究発表会論文集,pp.125-128,1994.
- 15) 栗本讓,高橋政稔,米澤彰賢,松本幸正,荻野弘:微弱電波を利用した視覚障害者及び高齢者の歩行案内・誘導システムに関する基礎的研究,平成4年度科学研究費補助金(一般研究(C))研究成果報告書,pp.42,1993.3.
- 16) 栗本讓,高橋政稔,松本幸正,米澤彰賢,松井寛,藤田素弘,神作博,荻野弘:微弱電波を利用した視覚障害者及び高齢者

- の歩行案内・誘導システムに関する研究,平成5,6年度科学研究費補助金(試験研究(B1))研究成果報告書, pp.117,1995.3.
- 17)(財)テクノエイド協会:体の不自由な人びとの福祉,中央法規出版,1994.3.
- 18)日本ライトハウス:視覚障害者の社会適応訓練, pp.30,1990.10.
- 19)芝田裕一:視覚障害者の歩行環境,視覚障害研究第38号, pp.25-33,1991.6.
- 20)山本利和,芝田裕一,益谷真:視覚障害歩行者が必要とする情報,第17回感覚代行シンポジウム発表論文集,pp.51-55,1991.12.
- 21)荻野弘,野田宏治,栗本譲,勝山裕之:交通障害者のための都市内施設計画立案におけるISM法の適用について,土木学会第46回年次学術講演会,pp.38-39,1991.
- 22)前掲 12)
- 23)前掲 13)
- 24)前掲 14)
- 25)前掲 15)
- 26)前掲 16)
- 27)前掲 3)
- 28)前掲 12)
- 29)前掲 13)
- 30)前掲 14)
- 31)前掲 15)
- 32)前掲 16)
- 33)前掲 21)
- 34)野田宏治,荻野弘,栗本譲:視覚障害者への音声情報提供に関する基礎的研究,土木学会第47回年次学術講演会, pp.580-581,1992.
- 35)前掲 20)
- 36)フレッド・アトニーブ:心理学と情報理論,株式会社ラティス,pp.7-12,1968.
- 37)R.L.クラッキー:記憶と意識の情報処理,サイエンス社, pp.96-109,1986.

(1995. 9. 29 受付)

STUDY ON EVALUATION OF A ROUTE AND DESTINATION GUIDANCE SYSTEM FOR THE VISUALLY HANDICAPPED

Koji NODA, Yukimasa MATSUMOTO, Hiroshi OGINO
and Yuzuru KURIMOTO

This paper proposed A Route and Destination Guidance System for The Visually Handicapped. This system consists of low power transmitters and portable radios which are available on the market.

We tested the visually handicapped on roads. The results of the tests indicated that visually handicapped could be classified into three levels using the HAYASHI III. They were able to arrive at the destination using Guidance System.

We showed that this system contributes to the improvement of walking for the visually handicapped and the elderly.