

微弱電波を利用した視覚障害者のための歩行案内システムに関する研究*

A Study on the Evaluation of a Route and Destination Guidance System for the Visually Handicapped*

野田宏治^{***}, 荻野弘^{***}, 栗本謙^{****}

by Koji NODA^{**}, Hiroshi OGINO^{***}, Yuzuru KURIMOTO^{****}

1. はじめに

近年、高齢者や身体障害者も健常者と同じように利用できる都市施設や交通施設を考えようとするバリアフリーの考え方が一般的になってきた。視覚障害者は、障害の程度によって1級から6級まで区分されているが、平成7年度版の障害者白書¹⁾によると、平成3年度調査によれば推計値で18歳以上の視覚障害者数は全国で35万人余りとなっている。

視覚障害者にとっての歩行は、歩行の動き以上に、環境認知の側面が大きな役割を占めている。一般に人間の知覚や認知は、視覚系の情報に頼ることが多く、視覚優位とされている。視覚、聴覚、触覚が毎秒受け取るそれぞれの最大情報量は、視覚が100万ビット、聴覚が1万ビット、触覚が100ビット程度であると推定されていることから、視覚障害者の環境認知に聴覚を利用することは大きな利点がある。

実用化されているものとして視覚障害者の歩行を支援するための歩道上の視覚障害者用誘導ブロックや専用の白杖を使い視覚障害者を安全に誘導する磁気誘導システム²⁾などがある。最近では視覚障害者のもつビデオカメラとPHSを組み合わせて、現地の映像を救援センターに送り、救援センターの指示で歩行する方法の研究があるが救援を依頼する視覚障害者と救援センターとが一对一で対応しなければならず、また運用には莫大な費用が必要となる。盲導犬ロボットの開発³⁾については、障害物をロボットに感知させるまでの実用化で道路の段差や階段の通過に課題がある。また視覚障害者の歩行環境⁴⁾や歩行時の手がかりとなる街路空間構成要素について

の研究⁵⁾は、歩行に要するキーワードの抽出にとどまっている。視覚障害者誘導ブロックの認識のしやすさを検討したブロックの色調に関する研究⁶⁾は、弱視者を対象としたものである。これら多くの研究によって着実に視覚障害者の歩行環境が改善されてはいるが、視覚障害者が外出しようとしている時、外出中での歩行経路や目的地などの歩行を支援する情報提供という点でこれまでの研究では不十分であった。

本研究では、より手軽に誰もが利用できる歩行案内システムとして、太陽光発電を使用したコンパクトな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とからなる歩行案内システムを提案した。このシステムでは歩行案内情報提供装置を一度設置すれば、それ以降歩行案内を終日提供でき、携帯ラジオを持つことで視覚障害者が一人で、初めての場所へも自分の判断で安全に行くことができるシステムである。

今回このシステムを利用して豊田市内の豊田市役所から豊田福祉センター間約590mで、歩行訓練を受け一人で外出できる視覚障害者を対象とした歩行実験と意識調査を実施した。歩行実験と意識調査から、提案した視覚障害者のための歩行案内システムについて、有効性と信頼性を評価した。

2. 歩行案内システム

(1) 歩行案内システムの概要

これまで著者らは微弱電波を利用した歩行案内情報提供を線情報⁷⁾として提供する方法や点情報をより連続的に受信する方法⁸⁾、本研究で提案する方法など視覚障害者を被験者とした歩行実験や被験者への聞き取り調査を通してシステムの構成を検討⁹⁾してきた。

本研究で提案する歩行案内システムは、案内情報を提供するFM微弱電波発信装置とその電波を受信す

* キーワード：交通弱者対策，ITS

**：正員，工博，豊田工業高等専門学校環境都市工学科助教授

(〒471-8525 豊田市栄生町2-1, Tel0565-36-5878, Fax 0565-36-5878)

***：正員，工博，豊田工業高等専門学校環境都市工学科教授

(〒471-8525 豊田市栄生町2-1, Tel0565-36-5875, Fax 0565-36-5927)

****：正員，工博，名城大学理工学部土木工学科教授

(〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501, Tel052-832-1151, Fax 052-832-1178)

るための市販の携帯ラジオとからなり、発信装置から音声ROMの案内情報を電波に乗せ、市販の携帯ラジオで手軽に受信でき、また理解できるまで繰り返し案内情報を聞くことができる。実験で使用した携帯ラジオは、たばこの箱程度の大きさで周波数は事前にセットしたボタンで簡単に選局できる。また被験者の歩行バランスを保つためにラジオは被験者のポケットに収納し、周囲からの雑音排除とラジオからの音声で周囲迷惑をかけないことを考慮してイヤホンで音声を聞き取る方式を採用している。

歩行案内情報の送信にはFM微弱電波を利用するため、発信装置から半径約10メートルが受信可能範囲となる。出発地から目的地まで、歩行案内情報は各地点の独立の点情報として提供し、それら点情報に基づき利用者が移動することで目的地まで到達することができる。この方式では、ある地点で歩行案内情報を聞き取り、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、安全な歩行が確保される。視覚障害者は、聞き取った案内情報に従って次の案内情報を提供する発信装置に近づくと、再び携帯ラジオから音声情報が得られ、自分の現在位置が正しい歩行ルート上にあることが確認できる。本研究で開発したシステムの概念図を図-1に示す。

一人で外出できる視覚障害者のほとんどは、ある程度の距離であれば的確に歩いてきた道を元の地点まで戻ることができる。例えば、次の案内情報地点までの移動途中で道に迷った場合などには、前の案内情報地点まで戻ること、自分の位置や方向を確認、修正することができる。つまり案内情報地点は、目的地までの区間に存在するランドマークとしての役割も兼ねている。

点情報として歩行案内情報を提供する方式では、提供された歩行案内情報で、視覚障害者は頭の中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地点まで安全に歩行することができる。したがって点情報を連続的に結ぶことで面的な情報構成ができ、歩行案内システムとしてのネットワークが構築できる。

(2) 太陽光発電を利用した微弱電波発信装置

これまでの歩行案内システム¹⁰⁾では、微弱電波発

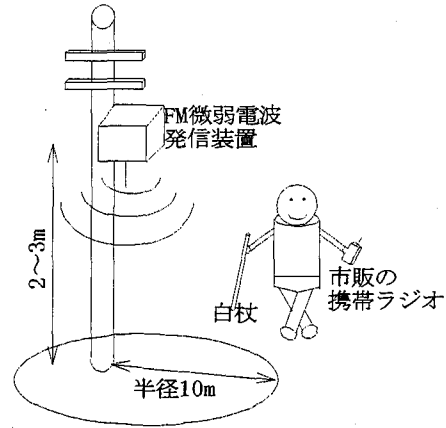


図-1 歩行案内システム概念図

表-1 微弱電波発信装置の仕様

1	チャンネル数	5チャンネル
2	発振周波数	70MHz~90MHzの任意の5波
3	電波出力	電波法に定められた電界強度
4	電波到達範囲	アンテナの周囲約10m以内程度
5	案内文作成記憶方法	ADPCMによる音声合成 EPROM(4bit) 1個使用
6	案内時間	最大126秒
7	案内方法	常時連続繰り返し案内
8	電源	内部蓄電池(シール鉛蓄電池)
9	充電方法	常時太陽光発電による浮動充電
10	連続使用時間	連続8日間
11	設置方法	電柱に金属ベルトにて固定
12	外形寸法(mm)	300W×270D×300H
13	概算重量	約7.5kg

信装置の電源に家庭用100Vを用いたため、電源の確保の観点から設置場所が限られた。今回は電源を太陽光発電から取ることで、より容易に微弱電波発信装置が設置できるようシステムを改良した。新しいFM微弱電波発信装置の仕様を表-1に示す。

微弱電波発信装置は外形約30cm立方、重量約7.5kgで前年度¹¹⁾まで実験に使用した発信装置と比べ、きわめて軽量かつコンパクトになった。電源は太陽光発電部とバッテリー部で構成され、太陽光発電をしない場合でも、無充電で最大8日間の使用を可能とした。

また、前年度までの発信装置では音声情報の提供にエンドレステープを使用したのが、今回は音声LSI用ROMを使用したため発信装置は経済性、持続性および耐久性が格段に向上している。

音声ROMへの情報の書き込みについては、表示さ

れる音声の波形画面を見ながらマウス操作で容易に音声分析編集処理を行うことができる、OKI電気社製のROMライターを付属した音声分析編集ボード“AR762”と編集ソフト“VOICEPRO”を使用した。

この歩行案内システムは、市販の携帯FMラジオで情報が得られるため、誰もが容易に利用でき、歩行案内ばかりではなく、イベント案内や観光案内などにも利用できる。また発信装置の電源は太陽光発電であるため、ある程度の光がある場所であればどこへでも設置が可能である。

3 歩行案内経路および情報提供

(1) 経路選定

本研究では、一人で外出することができる視覚障害者が初めて出かける目的地へ、安全に到達できる歩行案内システムの構築を目的としている。今回の実験では、視覚障害者の利用が多い施設として、豊田市内で視覚障害者への情報文化の発信を担う豊田市福祉センター(以下、福祉センターと言う)を目的地として、豊田市役所からの歩行案内に関する情報提供を行った。実験経路周辺を図-2に示す。

視覚障害者が1人で外出することを考えるとき、歩行途中での視覚障害者の安全を第一に考えなければならぬ。そこで歩行実験の実施に先立ち、実験エリア内の多くの道路からもっとも安全に視覚障害者を誘導できる実験経路を検討した。

Point 1は、信号交差点で視覚障害者用信号が併設

されている。Point 1～Point 2 (150m)は誘導ブロックが設置されていない歩道で、2カ所の車道を横断しているが、一方向が家屋で他方が交通量の非常に多い道路(20m)である。Point 2～Point 3 (70m)は横断歩道橋である。Point 3～Point 4 (110m)は誘導ブロック(幅員1.2m)が設置された歩道で、歩道側に病院があり車道の交通量は比較的少ないが、歩道は病院へ通院する歩行者が多い。この区間の道路幅員は6mである。

Point 4～Point 5 (150m)は誘導ブロックが設置された歩道(幅員1.2m)であるが、Point 4を越えたところで車道を横断することになるが信号機が無いので、通過車両への注意が必要である。車道横断後の歩道は歩行者も少なく閑静な住宅街である。Point 5～福祉センター間 (110m)は歩道に誘導ブロックが設置されている。Point 5も非常に交通量の多い車道を横断するが、この地点は視覚障害者用音響信号機が設置されているため比較的容易に横断が可能である。このように比較的变化に富んだ歩行区間で、実験区間としては適切な区域といえるであろう。

(2) 情報の選択と情報構成

視覚障害者にとっては、健常者のような散策を目的とした外出はほとんどないものと思われる。視覚障害者の外出については、目的地までの所用時間よりも、視覚障害者が一人で迷うことなく安全に目的地に到達できることを第一に考えなければならない。

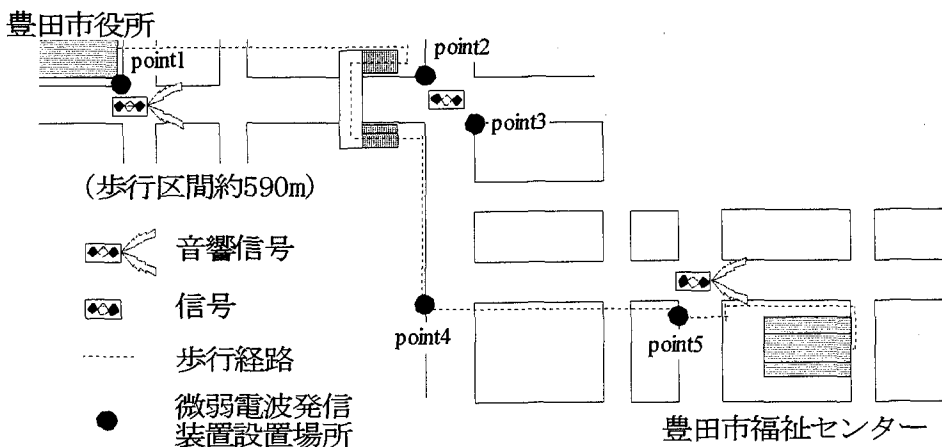


図-2 歩行案内実験経路

表-2 情報文の内容と構成

順番	CH1の情報内容
1	地点名と情報の長さ
2	地点名における方位, 方向の把握
3	地点周辺の状況
4	目的の方向とチャンネル

順番	CH2~CH5の情報内容
1	地点名と情報の長さ
2	目的地への距離
3	通路の形態(直線, クランク, 歩行者道路)
4	誘導ブロックの有無
5	細かい情報

視覚障害者は、歩行途中の沿道環境が変化する街中で、提供される歩行案内情報から自分が必要とする情報を的確に把握し、その情報から心理地図を構築し、その地図を頼りに歩行行動に移る。与えられた情報を理解した上で視覚障害者が行動できるようにすることは、各自が必要とする情報を判りやすく、しかも短時間で明瞭に提供することが重要となる。

本実験で使用したFM微弱電波発信装置は5つのチャンネル(CH)を備えている。それぞれ目的を持った心理地図情報を提供するため、すべての情報提供地点で共通に、CH1は全体情報として情報提供地点の周辺エリア情報を、CH2~5はその地点から東、西、南、北のそれぞれの方向に関する施設情報とした。

また、表-2に各CHに入れる歩行案内情報文の内容と構成を示す。

(3) 心理地図の構築手順

今回実験を行った視覚障害者の心理地図構築概略図を図-3に示す。この図は被験者の視覚障害者と歩行指導員より聞き取り調査を行い作成したものである。Point 1で被験者はまずCH1で歩行案内システムについての利用方法や各チャンネルで提供される情報など全体情報を得る必要がある。CH1の内容を理解した後、CH2~5の中から被験者が必要とするCHの選択をすることになる。FM微弱電波発信装置から提供される音声情報は絶え間なく繰り返して提供されている。したがって被験者はその情報を理解するまで聞くことができ、聞き返すことによってより多くの情報を入手している。Point 2以降の歩行案内提

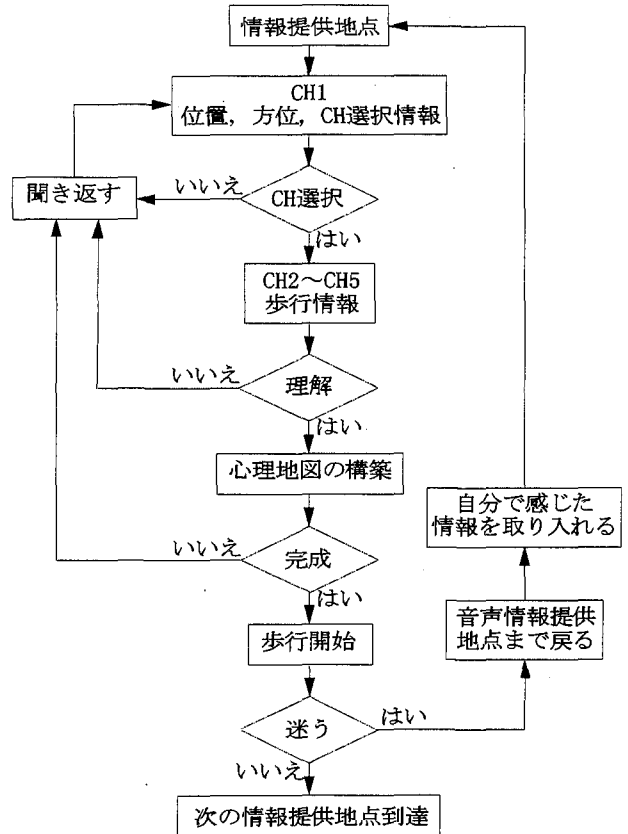


図-3 心理地図構築概略図

供地点では、CH1ですべての情報を聞く必要はなく、被験者自身が必要とする方向の情報がどのCHを開けばよいのかが判れば、すぐに必要とするCHを選択すればよい。

したがって一般的にはPoint 1で情報を聞き取る時間が最も長く、Point 2以降では情報を聞き取る時間が短くなるのが判る。

4. 歩行案内実験

豊田市役所~豊田市福祉センター入口までの歩道約590m区間について、歩行案内システムによって歩行実験を行った。案内情報提供地点は図-2に示す5カ所で、それぞれ地上から2.5~3.0m間にFM微弱電波発信装置を設置した。

歩行実験は平成8年10月5日(土), 6日(日)の二日間において本実験区間を一度も利用したことのない視覚障害者の被験者14名について行った。被験者は歩行訓練を受け、白杖を使って一人で外出できる技術

表-3 被験者の属性

被験者	年齢	視力		視野	聴力	歩行手段	一人歩き年数
		(右)	(左)				
1	39	0	0				5
2	61	0	0				3
3	49	0	0.02	視野狭さく			4
4	30	0.04	0.04	中心暗転			2
5	46	0	0				10
6	26	光覚有	0				15
7	46	0	0		普通	白杖	15
8	49	0	0				7
9	42	0	0				13
10	60	0	0				3
11	51	光覚有	光覚有				2
12	38	手動弁	手動弁				3
13	32	0	0				16
14	24	0	0				3

を持っている。表-3に被験者の属性を示す。被験者の年齢は20歳代から60歳代まで幅広く、一人歩きの経験は2年から16年となっている。

実験では、被験者の音声情報聞き取り時間や移動時間、迷い行動などについて計測すると共に8ミリビデオカメラで被験者の挙動を撮影した。ついで、実験終了と同時にFM微弱電波発信装置で提供した情報の評価や実験時の行動などについて、聞き取り調査を行った。

5. 分析結果¹⁾

(1) 数量化Ⅲ類による分析

被験者の視覚障害者に対し、日常の外出に対する意識調査を行った。その中から表-4に示す9項目を用いて数量化Ⅲ類による分析を行った。

その結果、被験者についてのスコアを1次元を横軸(外出経験)、2次元を縦軸(初めての所での移動知識能力)の二次元上で示すと図-4のようになる。それぞれ、Aは外出経験が少ないグループ、Bは初めての所での移動知識能力が小さいグループ、Cは外出経験と初めての所での移動知識能力が共に大きいグループの3つのグループに分けることができた。

外出経験が多く、初めての所での移動知識能力が高くなるにつれて外出能力が高いと解釈できる。つまり、初めての所での移動知識能力が高く、外出経験が少ないとされるAグループは外出経験が少ない

表-4 数量化Ⅲ類のカテゴリースコア

質問項目	カテゴリ	ベクトルの次元		
		1次元	2次元	3次元
通勤通学を一人でしている	はい	-0.820	-1.399	0.417
	いいえ	0.820	1.399	-0.417
通院を一人でしている	はい	0.523	-0.775	1.309
	いいえ	-0.523	0.775	-1.309
公共交通機関を利用することができる	はい	0.192	0.076	0.127
	いいえ	-2.500	-0.984	-1.647
初めての所でもそれほど苦にならず出かける	はい	-0.441	-1.250	-0.942
	いいえ	0.588	1.667	1.256
信号のある交差点と信号のない交差点を自分で判断できる	初めての道でも	-1.277	0.266	-0.581
	慣れた道なら	1.509	-0.158	-0.392
片側3車線以上の道路を横断することができる	難しい	-0.111	-0.917	6.425
	初めての道でも	-0.949	0.663	0.669
一人でバスに乗って出かけることができる	慣れた道なら	1.108	-1.545	-0.838
	難しい	2.056	2.422	-1.160
一人で地下街を歩くことができる	初めての道でも	-0.480	0.185	0.080
	慣れた道なら	3.081	-0.023	0.767
歩行訓練を一定期間受けたことがある	難しい	2.681	-2.198	-1.723
	初めての道でも	-1.008	-0.948	0.786
	慣れた道なら	1.511	0.06	-1.397
	難しい	-0.249	3.305	0.743
	はい	-0.926	0.389	-0.572
	いいえ	1.667	-0.699	1.029

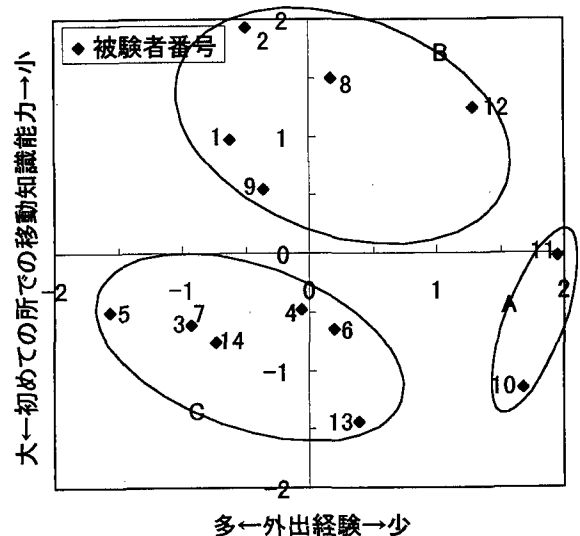


図-4 数量化Ⅲ類のサンプルスコア

だけで、地理環境の学習能力は高いと理解できる。

(2) 歩行所要時間

表-5は各被験者ごとの実験開始から目的地に到着するまで実験に要した時間である。表中の各時間

表一五 各被験者の所要時間 (秒)

被験者番号	実験時間	旅行時間	歩行時間	聞いている時間	迷っている時間
1	3763	1535	1351	1578	650
2	7525	2462	2256	1471	3592
3	2560	993	930	1554	13
4	2130	621	564	1245	264
5	2710	981	931	1654	75
6	2597	1136	936	1236	225
7	4404	1060	950	2271	1073
8	5468	1351	1303	2148	1969
9	3461	1245	1146	1350	866
10	5129	2084	2084	2038	1007
11	3080	1685	1380	905	490
12	3001	1130	877	1474	397
13	1905	580	567	1285	40
14	2800	1196	830	1214	390
平均値	3630.9	1254.2	1158.3	1583.8	792.9

の定義は次の通りである。

実験時間 = 旅行時間

+ 聞いている時間 + 迷っている時間

旅行時間 = 歩行時間 + 信号・横断待ち時間

なお、聞いている時間は音声情報を聞き取っている時間、迷っている時間は目的地とは別の方向へ歩行している時間、提供された情報の内容を確認するために歩き回る時間、音声情報を再度聞くために戻る行動などに要する時間を意味する。また歩行時間は目的地に向かって行動・移動している時間を指し、信号・横断待ち時間を含まない。

各被験者の歩行所要時間を表一五に示す。全体の

平均時間で見ると、旅行時間が実験時間に占める割合が34.5%と比較的少なく、音声情報提供地点間の旅行速度も0.47m/secと比較的速いことが判る。

それに対し歩行時間の旅行時間に占める割合は92.4%で信号・横断待ち時間に費やされる時間はわずかであることがわかる。信号横断2カ所、車道横断1カ所からすると比較的良好な歩行速度であったと考えられる。

また、聞いている時間の実験時間に占める割合が43.6%で、提供される情報を聞き、心理地図を構築するのにかなりの時間を要していることがわかる。これは被験者が提供される情報のうちCH1の全体情報をほとんど聞き、さらに被験者が必要とする目的地までの施設情報以外の情報も聞かなければならないためであろうと思われる。聞いている時間から提供情報の聞き取り回数では、Point 1～Point 5まで各地点の平均聞き取り回数は順番に2.19, 1.32, 1.93, 1.34, 1.28であった。Point 1では最も多く聞いた回数は4回、最も少ない回数は1回であった。

各Pointにおける対象事象ごとの迷っている時間を表一六に示す。迷っている時間の長いPoint 1～Point 2および Point 2～Point 3で提供した情報内容を表一七に示す。迷っている時間の平均値は793秒であり、実験時間の平均3631秒に占める割合は21.8%となるが、迷っている時間の標準偏差は933秒となり、大きく個人差が現れている。迷いの原因は、Point 1～Point 2の区間は誘導ブロックがなく

表一六 迷っている時間の対象事象

Point間	迷っている時の対象事象	被 験 者 番 号														平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1～2	交差点を探す	10	69	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	30	8.8	
	駐車場に入り歩道を探す	52	1613	0	0	75	0	0	187	101	318	205	0	66	186.9	
	横断歩道を斜めに渡る	9	96	0	0	0	0	0	29	23	0	0	0	27	13.1	
	縁石を探す	0	51	0	0	0	0	0	70	0	14	25	0	47	14.8	
2～3	歩道橋を探す	579	642	0	0	0	0	0	380	557	565	0	0	0	194.5	
3～4	駐車場に入り歩道を探す	0	108	13	195	0	0	0	101	83	0	0	347	0	330	84.1
	歩行コースをはずれる	0	86	0	69	0	0	0	60	0	0	0	50	0	50	22.5
4～5	横断歩道を探す	0	196	0	0	0	25	265	403	0	0	192	0	0	65	81.9
	点字ブロックを見失う	0	630	0	0	0	0	12	23	0	0	68	0	10	25	54.9
5～目的地	点字ブロックを見失う	0	73	0	0	0	0	780	691	102	100	0	0	20	0	126.1
	歩行コースをはずれる	0	28	0	0	0	0	16	11	0	10	0	0	9	0	5.3
迷っている時間の合計 (sec)		650	3592	13	264	75	25	1073	1969	866	1007	490	397	40	640	792.9
数量化Ⅲ類によるグループ分類		B	B	C	C	C	C	C	B	B	A	A	B	C	C	

表-7 提供した情報内容（一例）

Point 1～Point 2に向かうための音声情報

- こちらはCH3ポイント「西町三丁目音響交差点」，東向き情報1分30秒有ります。
- 豊田市福祉センター，豊田市役所分庁舎，豊田市中央公民館，加茂病院，は，この先のポイント「元城町二丁目歩道橋北側」の指示に従って下さい。
- ポイント「元城町二丁目歩道橋北側」へは，まず，東向きに，約10m幅の音響交差点を，カッコウの音声の時渡ります。次に，そのまま153号線に沿って，歩道を，約200m歩くと，信号のある交差点があります。そこがポイント「元城町二丁目歩道橋北側」です。東向き道路の途中に，約5m幅の路地が，1箇所あり，歩道が一旦切れます。歩道に誘導ブロックはありませんが，交差点の周りだけ，誘導ブロックがあります。受信は音声が最も聞こえる位置で受信して下さい。以上

Point 2～Point 3に向かうための音声情報

- こちらはCH4ポイント「元城町二丁目歩道橋北側」，南向き情報1分15秒有ります。
- 豊田市福祉センター，豊田市役所分庁舎，豊田市中央公民館，加茂病院，は，この先のポイント「元城町二丁目歩道橋南側」の指示に従って下さい。
- ポイント「元城町二丁目歩道橋南側」は，歩道橋を渡ったところにあります。歩道橋の入り口は，西向きに，歩道の153号線の車道よりから，西向きに上るようにあり，誘導ブロックが，歩道橋の入り口まであります。歩道橋は，上り18段，さらに17段昇って，左に曲がり，約20m歩き，左に曲がって，織り17段，さらに18段降ります。歩道橋を渡りきった所が，ポイント「元城町二丁目歩道橋南側」です。以上

表-8 グループ別の所要時間の平均値（秒）

グループ	実験時間	旅行時間	歩行時間	聞いている時間	迷っている時間
A	4104.5	1884.5	1732.0	1471.5	748.5
B	4643.6	1544.6	1406.6	1604.2	1494.8
C	2732.2	938.1	815.4	1494.1	297.1

表-9 グループ別の歩行速度など

グループ	旅行時間/実験時間	歩行速度 (m/min)	聞いている/実験時間	迷っている/実験時間
A	45.9%	20.4	35.9%	18.2%
B	31.1%	26.8	36.7%	32.2%
C	33.8%	40.3	55.2%	11.0%

クを探し当てることに困難を伴ない，迷いの原因となっている。しかしながら今回の実験で被験者が歩行経路を大きく間違えてしまうことはほとんどなかった。

(3) 数量化Ⅲ類で区分したグループ別の歩行時間特性

数量化Ⅲ類で分類された3つのグループでの歩行時間特性を見るために，グループ別の所要時間を表-8に示す。比較的歩行レベルが高いと思われるCグループはどの時間も短く，特に歩行時間と迷っている時間が歩行経路全線を通して非常に短い。これはこのグループが図-4のサンプルスコアで示される「初めての所での移動知識能力」と「外出経験」のスコアが高いことから明らかである。AグループとBグループを，旅行時間と歩行時間で見るとAグループがBグループに比べ長くかかっており，それに対し聞いている時間と迷っている時間ではAグループに比べBグループが長くかかっている。

数量化Ⅲ類で，Aグループは外出経験が少ないとされており，実験結果からも旅行時間と歩行時間が長いことから，歩行運動が比較的苦手であるグループと理解できる。またBグループは数量化Ⅲ類で「初めての所での移動知識能力」が少ないと分類されており，実験結果では聞いている時間と迷っている時間が長いことから，初めての道や慣れていない道で歩行に必要な環境認知が不得手であるグループと理解できる。

なお，聞いている時間については，3つのグループ間に大きな差は見られなかった。

被験者の直進性が確保されず沿道の駐車場に迷い込むケースが半数近くあった。駐車場に迷い込む原因として，歩道部分と駐車場敷地とが平坦な舗装でつながり，段差などがなく幾何構造に変化がなかったことによるものと思われる。Point 2～Point 3の歩道橋を探すことについては，歩道橋についての説明が十分でなかったことと，歩道橋入り口がそれまでの進行方向に対し正反対の方向にあることが原因と考えられる。またPoint 4やPoint 5では，それまで頼っていた誘導ブロックが車道を渡る時に途切れてしまうため，車道を渡りきってから再び誘導ブロッ

さらに表-9に示すグループ別の歩行速度について見ると、Cグループが40.3m/minで歩行運動が苦手なAグループの20.4m/minの2倍になっている。またCグループは聞いている時間の割合が55.2%と高く、一方迷っている時間の割合が11.0%で低い値となっている。

以上の結果から、初めての所での移動知識能力があり、外出経験のあるグループには本研究で提唱する歩行案内システムなどで地理情報が提供されれば、一人での歩行が可能になり、外出経験が多くなるものと思われる。

5. 結論

視覚障害者が初めての所でも安心して目的地に到達できるようにするために歩行案内システムの開発とその有用性の評価に関して研究を進めた結果、以下のことが明らかとなった。

- (a) 今回の被験者14名に対して本研究で開発した歩行案内システムによる5つの点で情報提供により目的地まで案内した結果、全員が安全に目的地までたどり着くことができた。視覚障害者が各点の情報提供だけで目的地に到達できるということは画期的なことである。
- (b) FM微弱電波発信装置の電源部に太陽光発電装置を使用したことにより、軽量化・コンパクト化が図られ、設置場所の制約がほとんどなくなった。
- (c) 案内文作成に音声合成用EPROMを使用したことにより、心理地図情報の変更が容易となり、汎用性が増した。
- (d) 点情報を組み合わせて、局所的な情報として提供した結果、場所の理解と次の目的地の方向性が被験者に理解された。
- (e) 被験者に日常の外出に関する9項目で数量化Ⅲ類の分析を行った結果、被験者を外出経験が少ないAグループ、初めての所での移動知識能力が少ないBグループ、外出経験と初めての所での移動知識能力が共に大きいCグループの3つのグループに分けることができた。

以上の結果から、初めての場所へも視覚障害者が健常者の援助を受けることなく、事前に何ら歩行情

報を得ることなく、現地で提供される音声情報だけを頼りに心理地図を構築し、その地図に従って歩行することで安全に目的地に到達できることが確認された。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における情報提供が有効で信頼できるものであることが確認できた。

今後更に心理地図を構築するためのよりの確かな情報提供方法を求めることが必要である。

なお、本研究を進めるにあたり平成7、8年度文部省科学研究費補助金(基盤研究(A))ならびに平成9年度～平成13年度文部省学術フロンティア(量子情報論からの生命への接近)の補助を受けました。記して感謝します。

参考文献

- 1) 総理府:障害者白書, pp.250, 大蔵省印刷局, 1995
- 2) 立川市:視覚障害者誘導システム(HAMAYO)利用のご案内!, 1987
- 3) 小谷信司, 松下剛, 森英雄:盲導犬ロボットの開発(第4報), 第19回感覚代行シンポジウム発表論文集, pp. 129-132, 1993
- 4) 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
- 5) 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, 第14回視覚障害歩行研究会, pp. 34-35, 1990
- 6) 城戸寛, 横山哲:視覚障害者誘導ブロック利用状況と色に関する研究, 土木計画学研究・講演集No. 20(2), pp. 775-778, 1997
- 7) 栗本謙, 高橋政益, 松本幸正, 米澤彰賢, 松井寛, 藤田泰弘, 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年度科学研究補助金(試験研究(B1))研究成果報告書, 1995
- 8) 荻野弘, 栗本謙, 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, 土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第4部, pp. 398 - 399, 1990
- 9) 野田宏治, 松本幸正, 荻野弘, 栗本謙: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, 土木学会第49回年次学術講演会講演概要集第4部, pp. 280 - 281, 1994
- 10) 野田宏治, 松本幸正, 荻野弘, 栗本謙: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
- 11) 前掲11)
- 12) 木村政晃, 松本幸正, 栗本謙:視覚障害者の歩行案内システムによる誘導の評価に関する研究, 土木学会第52回年次学術講演会講演概要集第4部, pp. 82-83, 1997.

微弱電波を利用した視覚障害者のための歩行案内システムに関する研究

野田宏治, 荻野弘, 栗本譲

本研究では、太陽光発電を利用したコンパクトな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とからなる歩行案内システムを提案し、豊田市内の豊田市役所から豊田福祉センターまでの約590mの区間で、歩行訓練を受け一人で外出できる視覚障害者14名を対象とした歩行実験と意識調査を実施し、提案した視覚障害者のための歩行案内システムについての有効性を評価した。

また、被験者に日常の外出に対する9項目の意識調査を行い、数量化Ⅲ類による分析から、外出経験が少ないAグループ、初めての所での移動知識力が小さいBグループ、外出経験と初めての所での移動知識能力が共に大きいCグループの3つのグループに分けられることがわかった。

A Study on the Evaluation of a Route and Destination Guidance System for the Visually Handicapped

by Koji NODA, Hiroshi OGINO, Yuzuru KURIMOTO

In this study we constructed a walking guidance system for the visually handicapped with FM wave information given by low power transmitters assembled solar battery and a commercial portable radio. We tested 14 visually handicapped on Toyota city roads. The efficacy of guiding information from the walking-guidance system was evaluated in walking experiments for the visually handicapped who can go out done by himself. As the results it became evident that the visually handicapped could understand the guiding information, suppose a psychological map and arrive at his destination precisely, and that the analysis of quantification method of third type (HAYASHI III) using the evaluation of guiding information enabled us to classify the subject into three groups and to show abilities to go out or to walk.