

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*

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

木村政晃^一, 野田宏治^二, 荻野弘^三, 栗本諱^四

by Masateru KIMURA^一, Kougi NODA^二, Hiroshi OGINO^三, Yuzuru KURIMOTO^四

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。

視覚障害者の歩行を支援する施設として歩道上の視覚障害者用誘導ブロックや磁気誘導システム²⁾などの実用化がされている。最近ではナビゲーションシステムの研究³⁾や盲導犬ロボットの開発⁴⁾、また視覚障害者の歩行環境⁵⁾や街路空間構成要素についての研究⁶⁾などがなされている。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

を解決はしているが、携帯機器が手軽に利用、または携帯できるまでには至っていない。

本研究では、太陽電池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た、そして豊田市内の豊田市役所から豊田福祉センター約590m間で、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ので、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。

2. 歩行案内システム

2.1 歩行案内システムの概要

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し、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システムである。

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メートルの範囲にしか届かないが、それぞれの歩行案内情報は、各地点の独立の点情報として提供した。そのため、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位置が次の音声情報提供地点に近づいたことが確認できる。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-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戻ることができ、例えば、次の案内情報地点までの移動途中

* キーワード：交通弱者対策、ITS

***: 学生員 名城大学大学院理工学研究科土木工学専攻 (〒468 名古屋
市天白区塩釜口 1-501, Tel 052-832-1151, Fax 052-832-1178)

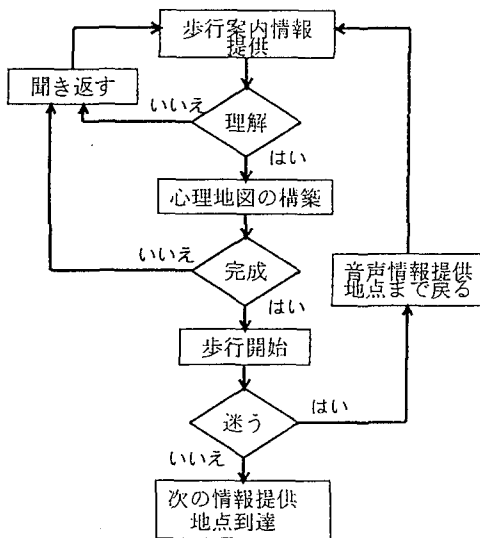
***: 正員、工博、豊田工業高等専門学校環境都市工学科助教授 (〒471 豊
田市栄生町 2-1, Tel 0565-35-4396 Fax 0565-35-0287)

***: 正員、工博、豊田工業高等専門学校環境都市工学科教授 (〒471 豊
田市栄生町 2-1, Tel 0565-35-4375 Fax 0565-35-0287)

***: 正員、工博、名城大学理工学部土木工学科教授 (〒468 名古屋
市天白区塩釜口 1-501, Tel 052-832-1151, Fax 052-832-1178)

に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によって、歩行案内システムとしてのネットワークが構築できる。



図－1 心理地図構築概要図

2. 2 太陽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¹⁾では、微弱電波発信装置の電源に家庭用 100 V 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。そのため今回は電源を太陽発電から得られ、より容易に設置ができるようシステムを改良した。新しい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 で前年度のまでの装置と比べ、軽量かつコンパクトになった。電源は太陽発電部とバッテリー部で構成され、太陽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、今回は音声 LSI 用 ROM を使用した。今回の発信装置自体は前年度までのものと比較

して、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、OKI 電気社製の ROM ライタを付属した音声分析編集ボード“AR762”と編集ソフト“VOICEPRO”により、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。

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	777 件の周囲約 10m 以内程度
5: 案内文作成 記憶方法	ADPCM による音声合成 EPROM (4Mbit) 1 個使用
6: 案内時間	最大 126 秒
7: 案内方式	常時連続繰り返し案内
8: 電源	内部蓄電池 (ニッケル水素電池)
9: 充電方法	常時太陽電池による浮動充電
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	300W×270D×300H
13: 概算重量	約 7.5Kg

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。

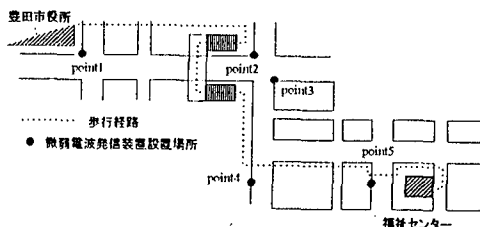
3 歩行案内経路および情報提供

3. 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であっても、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、豊田市地区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、歩行途中での安全を第一に考えなければならない。そこで歩行実験の実施に先立ち、実験エリア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



図－２ 実験経路図

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上、2ヶ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) は誘導ブロックが設置された歩道上、一方向が病院で他方が比較的交通量の少ない道路 (幅員 6 m) であるが、病院への通院者が多いため比較的歩行者が多い歩道である。

Point 4～Point 5 (150m) は誘導ブロックが設置された歩道である。Point 4 を越えたところで車道を横断するが信号機が無いため、通過車両への注意が必要であるが、その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) は歩道上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、この点は視覚障害者用信号機が有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。

3. 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。

視覚障害者は、歩行途中の交通状況が刻々と変化する街中で、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。

本実験で使用した微弱電波発信装置は 5 つのチャンネル (CH) があり、それぞれ目的を持った心理地図情報を提供するため、CH 1 は全体情報としてその地点の周辺エリア情報を、CH 2～5 はその地点から東、西、南、北、方向に関する情報とした。また、表－2 に各 CH に入れる歩行案内情報文の内分と構成を示した。

表－2 情報文構成表

CH1の構成

	情報の内容
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	目的地の方向とチャンネル

CH2～CH5の構成

	情報の内容
1	地点名と情報の長さ
2	目的地への距離
3	通路の形態
4	誘導ブロックの有無
5	細かい情報

4. 歩行案内実験および実験結果

4. 1 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 に示す様に 5 カ所、それぞれ地上から 2.5～3.0m 間に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、6 日の二日間において視覚障害者の被験者 14 名について行った。また、実験中に被験者の音声情報聞き取り時間、移動時間やその他の行動について計測し、実験終了と同時に意識に関するアンケート調査を行った。

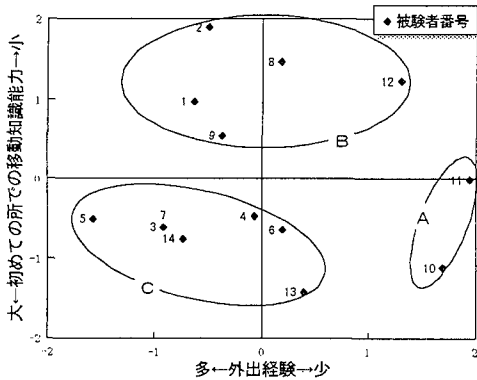
4. 2 実験結果⁹⁾

まず、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の中から表－3 に示す 9 項目を用いて数量化Ⅲ類による分析を行った。

次に、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－3 のようになり、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と、A、B、C の 3 つのグループに分けることが出来た。

表－3 数量化Ⅲ類カテゴリスコア

質 問 項 目	カテゴリー	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
通院を一人でしている	はい	0.523	-0.775	1.309
公共交通機関を利用することが出来ますか	はい	0.192	0.076	0.127
初めての所でもそれほど苦にならず出かけることが出来ますか	はい	-0.441	-1.250	-0.942
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ますか	はい	0.588	1.667	1.256
片側三車線以上の道路の横断歩道を横断することが出来ますか	初めの道でも慣れた道なら	-1.277	0.266	-0.581
一人でバスに乗って出かけることが出来ますか	初めの道でも慣れた道なら	-1.509	-0.158	-0.392
一人で地下街を歩くことが出来ますか	初めの道でも慣れた道なら	-0.111	-0.917	6.425
歩行訓練を一定期間受けたことがありますか	初めの道でも慣れた道なら	-0.949	0.663	0.669
	初めの道でも慣れた道なら	1.108	-1.545	-0.838
	初めの道でも慣れた道なら	2.056	2.422	-1.160
	初めの道でも慣れた道なら	-0.480	0.185	0.080
	初めの道でも慣れた道なら	3.081	-0.023	0.767
	初めの道でも慣れた道なら	2.681	-2.198	-1.723
	初めの道でも慣れた道なら	-1.008	-0.948	0.786
	初めの道でも慣れた道なら	1.511	0.005	-1.397
	初めの道でも慣れた道なら	-0.249	3.305	0.743
	初めの道でも慣れた道なら	-0.926	0.389	-0.572
	初めの道でも慣れた道なら	1.667	-0.699	1.029



図－3 数量化Ⅲ類サンプルスコア

表－4 各被験者の所用時間

被験者番号	実験時間	旅行時間	走行時間	聞いている時間	迷っている時間
1	3763	1535	1351	1578	650
2	7525	2462	2356	1471	3592
3	2560	993	930	1554	13
4	2130	621	584	1245	264
5	2710	981	931	1654	75
6	2597	1136	938	1236	225
7	4404	1060	950	2271	1073
8	5468	1351	1303	2148	1869
9	3461	1245	1146	1350	866
10	5129	2084	2084	2038	1007
11	3080	1655	1380	905	490
12	3001	1130	877	1474	397
13	1905	580	567	1265	40
14	2800	1196	830	1214	390

表－5 グループ別の所要時間

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

さらに、歩行実験の各所用時間を表－4に示し、図－3の3つのグループについて見ると、表－5に示すようになる。ここで、実験時間は実験開始から

終了までの時間（実験時間＝旅行時間＋迷っている時間＋聞いている時間）を示し、また走行時間は被験者が行動、移動している時間（走行時間＝旅行時間－信号待ち、横断待ち時間）を示す。また表－5について見ると、各グループの傾向が伺うことができ、Cグループはどの時間も短く、特に走行時間と迷っている時間が小さい。Bグループは“迷っている時間、聞いている時間”が最大となり、図－3で示される縦軸の傾向が強いと理解できる。また、A,B,Cグループ共“聞いている時間”には大きな差が見られなかった。

5. おわりに

数量化Ⅲ類分析を用いることで各被験者の特徴が明らかになった。また3つのグループに分けることで、各グループの傾向が明らかになった。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の情報提供が有効であることが確認できた。

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)）の補助を受けた、記して感謝します。

参考文献

- 1) 総理府(1995),障害者白書,pp250,大蔵省印刷局
- 2) 立川市(1987),視覚障害者誘導システム(HANMYO)利用のご案内!
- 3) 藤城郁哉,永住和寛,東浦之人(1993),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
- 4) 小谷信司,松下剛,森英雄(1993),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
- 5) 芝田裕一(1991),視覚障害者の歩行環境,視覚障害研究,第33号,pp.25-33
- 6) 遠藤健一,瀬尾政雄(1990),視覚障害生徒の単独歩行における手のかかりの特徴について,第14回視覚障害歩行研究会,pp.34-35
- 7) 栗本諒,高橋政松,松本幸正,米澤彰賢,松井寛,藤田崇弘,神作博,荻野弘(1995),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
- 8) 木村,松本,栗本: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