

視覚障害者の歩行能力を考慮した音声案内システムの評価に関する研究*

*Study on evaluation of guiding systems in consideration of ambulatory ability of visually disabled**

柳原崇男**・三星昭宏***・北川 喜代治****・藤田 和宏*****

By Takao Yanagihara**・Akihiro Mihoshi***・Kiyoharu Kitagawa****・Kazuhiro Fujita

1. はじめに

視覚障害者のモビリティを向上させるために、視覚障害者誘導ブロック、誘導チャイム、音響信号機、触地図案内板、音声案内板などが設置されてきた。また、近年の技術進展に伴い、歩行者 ITS などの IT 技術やエレクトロニクスの技術を用いた歩行支援・誘導システムの開発が進められている。

しかし、それらの支援・誘導システムの利便性を享受している人は極めて少ないと言われている。その要因として徳田¹⁾は「援助システムの開発と実施はほとんどのケースにおいて、視覚障害者のニーズをもとにして進められているとされている。しかしながら、視覚障害者の歩行能力、生活スタイル、援助ニーズなどはきわめて多様である。実際、ニーズ調査の対象となった視覚障害者の移動頻度、歩行形態、移動に対するモチベーションなどを詳細に吟味してシステム開発に反映させているケースはあまり多くなく、調査結果を「一般的な視覚障害者のニーズ」として捉えてしまう誤りがしばしば生じてしまっている。」と述べている。

つまり、それらをさらに有効的に機能させるためには、視覚障害者の歩行能力や移動が困難に関する学習の過程などの詳細な援助ニーズを把握する必要があり、また、これら障害者用機器等の有効性の評価システムを確立させることが重要である。

2. 従来の研究と本研究の目的

これまで、視覚障害者の移動を支援する研究は数多く行われている。田所²⁾による携帯デジタルスチルカメラと携帯電話を用いた支援システム、歩行ガイドロボットの開発³⁾、小倉・野田⁴⁾は生体情報と認知情報

を明らかにし、微弱電波を用いて歩行案内システムを開発している。特に、小倉・野田らは詳細なアンケートや生体情報を用いてシステム開発・評価を行っている。しかし、これらの研究においては、視覚障害者の歩行特性を十分に考慮したものはなく、空間認知等の心理学的知見から考察されたものはない。

視覚障害者の単独歩行には空間認知力が重要であることが明らかになっている。

視覚障害者の空間認知については、山本⁵⁾が視覚障害者の空間認識・認知の発達についてまとめている。ここでは、視覚障害者の空間認知の発達には、視覚経験が必要でなく、0歳で視覚を失った人でも空間能力の発達が認められている。Brambring⁶⁾や横山⁷⁾は、実験室内において被験者が日常よく利用する数ヶ所の場所をあげさせ、その地点までの経路を「他の視覚障害者がそこに安全にいけるように道筋を話す」口述データを分析している。特に、横山らは文章を構成する定型的な概念要素(スキーマ)を抽出し、音声案内装置になどに対して、基礎的な知見を提供している。これらは視覚障害者の空間認知の構造を明らかにしているが、支援システムへの応用を十分に考慮されたものではない。

そこで本研究では、視覚障害者用歩行支援システムへの開発・評価への応用を考慮して、空間認知力から見た支援システムを考察するものである。本研究の分析方法を以下に示す。

歩行能力と空間認知能力の関係を、歩行実験や経路描画、口述データなどではなく、簡易な歩行能力に関する質問と方向感覚質問紙を用いて明らかにする。これにより、視覚障害者の歩行能力を簡易な質問紙により測定する。ここで、歩行能力とは視覚障害者が単独で安全に歩行できる能力を示し、本研究では、日常の外出時の状況に関してアンケート調査より「できる」、「できない」で判断してもらい、それを得点化したものを歩行能力度とした。質問項目は表-2に示す。方向感覚質問紙の得点から、空間認知の高い群と低い群に分け、視覚障害者用支援システムの評価を行う。

*キーワード 視覚障害者、空間認知、移動支援システム

** 正会員 工修 近畿大学理工学部

〒577-85 東大阪市大阪市小若江 3-4-1 TEL:06-6730-5880(内線4271)

*** フェロー会員 工博 近畿大学理工学部社会環境工学科教授

〒577-8502 東大阪市小若江 3-4-1 TEL:06-6730-5880(内線4265)

**** 非会員 滋賀県湖東地域振興局建設管理部

〒522-0071 彦根市元町4番1 TEL:0749-27-2254

***** 会員 (株)八千代エンジニアリング

〒540-0001 大阪市中央区城見 1-4-7 0 TEL:06-6945-9215

3. 調査概要

本研究では視覚障害者を対象に個人属性と方向感覚質問紙による質問をヒアリングにより調査を行った。ここで方向感覚質問紙とは、竹内⁸⁾により作成されたもので、自分で評定をしてその得点によって、方向感覚のよさを判定するものである。質問1～質問9までが「方位に関する意識」について、質問10～質問17までが「空間行動における記憶」について、質問18～質問20はどちらにも属さない項目になる。今回は視覚を使う2項目を除く全18問で調査をした。

表-1 調査概要

調査日	2004年12月～2005年3月
形式	聞き取り
対象者	視覚障害者49名 (男性26名, 女性23名) (早期全盲10名, 後期全盲25名, 弱視14名)

表-2 質問項目

個人属性	性別, 年齢, 視覚の状態, 受障時期, 歩行訓練の有無, 外出について
歩行について	信号のある交差点と信号のない交差点の判別
	路地の横断
	音響信号のない交差点の横断
	片側3車線以上の道路の横断
	一人でバスや電車に乗って出かけることができる
	地下街を一人で歩くことができる
直線歩行をすることができる	
方向感覚について	方向感覚質問紙

注1) 早期全盲, 後期全盲の分類は佐藤⁹⁾の分類を適用した。

注2) 歩行についての質問項目は, 小倉, 野田ら⁴⁾を参考にし作成

4. 調査結果

【歩行能力度と方向感覚得点】

歩行についての項目, 「信号のある交差点とない交差点を判別できる」, 「音響信号のない交差点を横断できる」などの歩行についての能力に関する7項目に対して, 「できる」3点, 「かなり慣れた道なら」2点, 「できない」1点とし, 歩行能力度とした。ただし, 「路地の横断ができる」については, 「できる」2点, 「できない」1点とし, 20点満点とした。

図-1より, 歩行能力度と方向感覚得点には比較的強い相関があり, 歩行能力の高い人ほど, 方向感覚がよい

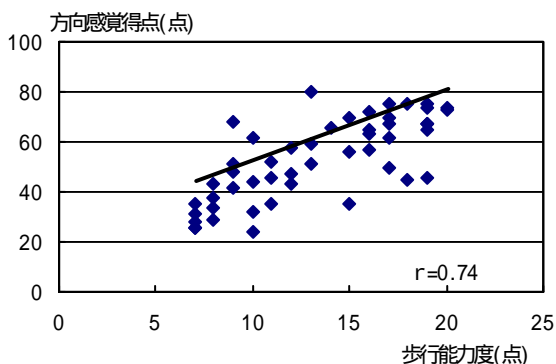


図-1 方向感覚得点と歩行能力度の関係

という結果となった。

図-2は, 各歩行能力度の項目と方向感覚得点の関係を示したものである。「できる」と回答した得点は, 「信号の有無の判断」65.7点, 「路地の横断」58.6点, 「音響信号のない横断」65.4点, 「片側3車線の横断」62.8点, 「バス・電車一人で出かける」63.9点, 「地下街の一人歩き」68.1点, 「直線歩行」65.1点となり, 「地下街での一人歩き」が最も方向感覚を必要とする歩行であることが分かった。「できない」と回答した得点は, 「信号の有無の判断」40.1点, 「路地の横断」37.8点, 「音響信号のない横断」39.7点, 「片側3車線の横断」43.5点, 「バス・電車一人で出かける」39.9点, 「地下街の一人歩き」44.8点, 「直線歩行」37.7点となり, 「直線歩行」できない人ほど, 方向感覚得点が低くなり, 歩行能力を測る上で直線歩行が重要であることがわかった。

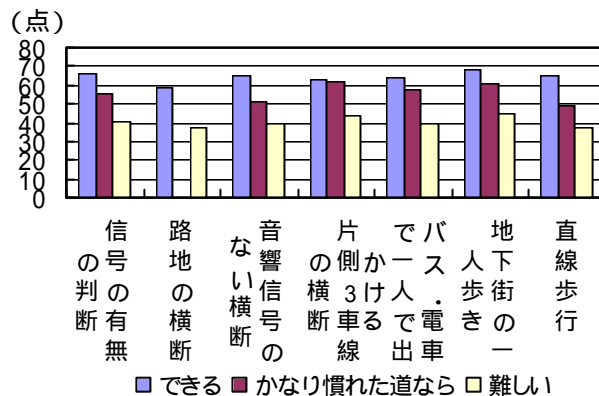


図-2 歩行能力度の各項目と方向感覚得点

5. 方向感覚得点による歩行支援システムの評価

平成17年3月6日, 13日, 18日に実施された滋賀県彦根市で行われた歩行者音声案内システム社会実験において, 方向感覚得点によるシステム評価を行った。

(1) 社会実験の概要

この社会実験では, 赤外線による携帯端末式の音声案内システムを使用し, 信号交差点の歩行支援, 交差点手前・曲がり角などで, 音声による経路案内を行った。その概要を表-3に示す。

(2) 実験方法

- ・ 全13人で, 最大で1人3日参加, 述べ23人の協力を得た。
- ・ 1人1日2ルートと歩行して頂いたため, 試験歩行回数は述べ46回。

「実験手順」

被験者に携帯端末装置の使用方法的説明と訓練
経路の説明

ルートを一人歩き。調査員は, 後方から安全確認しながら追跡し, ビデオ撮影。歩行後にアンケート調査

表-3 社会実験概要

調査日	2005年3月6日, 13日, 18日
事業主体	滋賀県
場所	滋賀県彦根市
対象ルート	3ルート 南彦根駅～県立盲学校, 県立盲学校～スーパー, 県立盲学校～障害福祉
対象者	視覚障害者13名 (男性10名, 女性3名) (早期全盲5名, 後期全盲5名, 弱視3名)
機器配置	交差点横断のための歩行者支援装置を1箇所設置 音声案内装置を11箇所設置
情報内容	歩行者支援装置 交差点名 信号灯の状態(赤, 青, 点滅) 音声の方向性による横断方向
	音声案内装置 交差点手前, 曲がり角, 施設入り口に設置し, 「自分の位置」歩行方向, 経路」及び「付加情報」を提供。

表-4 社会実験のアンケート調査概要

個人属性	年齢, 性別, 障害程度, 受障時期, 外出頻度, 対象地域への外出頻度
実験機器に関する項目	歩行者横断支援装置について 交差点手前の音声案内について 曲がり角など, 施設入り口について
方向感覚	方向感覚質問紙

(3) 社会実験の結果

実験結果として, 属性(全盲, 弱視)による評価結果を示す. 次に, 方向感觉得点により, 方向感觉得点の高い群(歩行能力の高い群)と方向感覚の低い群(歩行能力の低い群)に分け, それらの属性からみた評価結果を示す. ただし, この実験は被験者が少ないため, 以下の分析においては, 統計処理を行っていない. よってこの分析においては, 統計学的にその実用性を示したのではなく, あくまでも方向感覚を用いたシステム評価の応用の可能性を考察したものである.

実験システムの評価として, 各要因を5段階評価してもらい, それを得点化して評価した. 最も良いのが5点, 普通が3点, よくないのが1点という評価である.

A) 個人属性による評価

個人属性による分類としては, 弱視, 早期全盲, 後期全盲に分けた評価結果を示す.

図-3は信号交差点の横断を支援する歩行者支援装置についての評価である. その評価内容は「機器が確認できましたか」, 「歩行するのに役立ちましたか」, 「信号灯の状態はよくわかりましたか」であった. 「機器の確認」においては, どの属性も高い評価であったが, 「有効性」では早期全盲が他に比べやや低く, 「灯器の状態」では各属性に差が生じている.

図-4は音声案内装置の評価を示したものである. ほとんどの項目において, 弱視者の評価が全盲者の評価より, 高くなっている. しかし, 「自己位置の把握」では, 早期全盲者が最も高い評価をしている. 早期全盲, 後期全盲の評価の差はほとんどなかった.

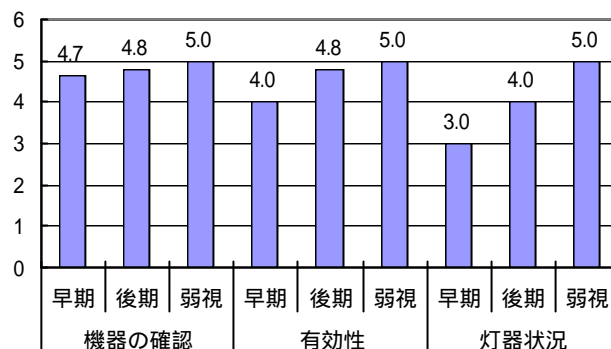


図-3 歩行支援装置の評価

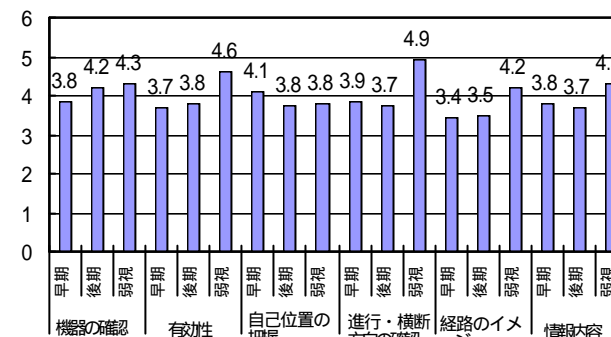


図-4 音声案内装置の評価

このように, 障害の程度(全盲, 弱視)発症時期(先天性, 後天性)による分類で分析を行うと, 一般的な結果として, 全盲者は弱視者よりも, 早期全盲者は後期全盲者よりもシステムなどの評価が低くなる. 全盲者はまったく見えていないために弱視者より歩行が困難であり, 早期全盲者は視覚表像がないため, 空間認知能力が低くなり, 歩行能力が後期全盲者より低いと考えられ, そのために評価が低くなると考察される. これらは, 歩行能力の差が評価に影響を与えていると考えられている. しかし, 視覚障害者は非常に多様であり, 必ずしも早期全盲者の空間認知能力が低いわけではなく, 単独歩行をしている早期全盲者もたくさんいる. 社会実験の被験者の外出状況を表-5に示す. 「初めての道でも一人で歩く」ことのできる早期全盲者が多く, 必ずしも歩行能力が評価に影響を与えているかどうかはわからない.

表-5 障害の程度と外出について (人)

	早期全盲	後期全盲	弱視
初めての道でも一人で歩く	4	2	2
何度か歩行訓練すれば一人で歩ける	1	2	0
かなり慣れた道でなければ一人で歩けない	0	1	0

B) 歩行能力による評価

方向感覚得点により、歩行能力の高い群と低い群に分け、システム評価を行う。

歩行感覚の得点結果は、90点満点中平均点61.3点、最小値46点、最大値75点、標準偏差9.61であった。また、中央値は61.5点であり、正規分布を予測できると考えられる。そこで、平均値±1標準偏差離れた被験者を、それぞれ方向感覚が高いと自己評価をしている群（歩行能力が高い群）と低い群（歩行能力が低い群）に分類した。その結果、歩行能力の高い群3名、歩行能力の低い群3名となった。

図-6は信号交差点の横断を支援する歩行者支援装置についての評価である。「機器の確認」においては、低い群で5点であったことより、高い評価が得られている。有効性においては、高い群で4.67点、低い群で4点を少し差が生じているが、灯器状態では高い群で3.67点、低い群では2.33点とかなり低い評価となった。特に低い群では、機器操作をしながらの歩行に困難が生じ、非常に低い評価になったと考えられる。

図-7は音声案内装置の評価を示したものである。「経路のイメージ」、「情報内容」、「自己位置の把握」以外はほとんど評価に差が生じていない。歩行能力の低い群は、やはり経路イメージがつき難く、低い評価になったと考えられるが、情報内容においては、高い評価が得られている。これは情報文が詳細にあったため、歩行能力の低い群では評価が高くなった。その反面、高い群にはあまり評価が良くなかった。

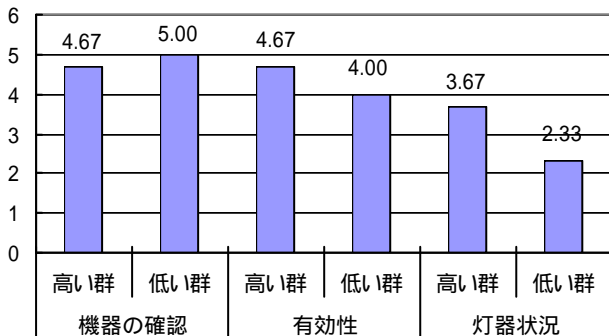


図-6 方向感覚得点別の歩行者支援装置の評価

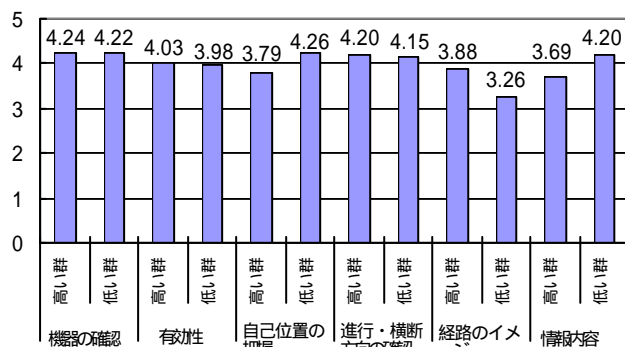


図-7 方向感覚得点別の音声案内装置の評価

6. まとめ

本研究では、視覚障害者の空間認知能力に着目し、簡易な質問紙により歩行能力と算定した。さらに、これまでの案内システムに用いられてきた障害の程度、歩行訓練の有無などの個人属性による評価だけではなく、歩行能力からみたシステム評価を行い、新たな評価方法を試みた。本研究で得られた主な知見を以下にまとめる。

- 1) 方向感覚得点を用いて、歩行能力との相関を示した。これまで、歩行実験や発話プロトコル分析などにより、方向感覚能力と歩行能力との関係は示されてきたが、今回それらを量的に示すことができた。
- 2) 障害の程度による評価では、実際の歩行能力が考慮されておらず、見えていないから評価が低い、あるいは視覚障害の経年数が少ないため、支援機器に対する評価が低くなり、歩行支援の有用性を示すには十分ではないことがわかった。
- 3) 歩行能力別では、歩行能力の高い群、低い群に分けて評価を行った。その結果、「情報内容」、「自己位置の把握」、「経路イメージ」で評価に差が生じた。これからも、歩行能力から見た評価の違いを示すことができた。

現在、歩行支援システムの評価は利用者による問題点指摘に留まり、評価論として確立していない。今後、歩行案内システムをより有効的にするためには、評価方法を確立することであり、そのアプローチとして心理学的視点、人間工学的視点が必要である。

【参考文献】

- 1) 徳田克己：視覚障害者のための移動援助システム 国際交通安全学会誌 Vol.23, N01 PP.44-51 2003
- 2) 田所嘉昭：デジタルカメラを用いた視覚障害者支援システム 映像情報メディア学会支社報告 Vol.26 No.50 pp.11-14 2002
- 3) 森英雄：歩行ガイドロボット実用化への道 感覚代行シンポジウム Vol.28 pp.39-46 2002
- 4) 野田宏治, 荻野弘, 栗本謙：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 土木計画学研究・論文集 NO.15 pp.773-781 1998
- 5) 山本利和：視覚障害者の空間認知の発達 二瓶社
- 6) Brambling, M.: Language and geographic orientation for the blind, In Jarvella, R.J and Klein, W. Speech, Place, and Action, John Wiley and Sons Ltd., pp.203-218 1982
- 7) 横山勝樹, 野村みどり：視覚障害者の空間表像に関する研究 - 経路口先におけるスキーマの抽出 - 日本建築学会計画系論文集第522号, pp.195-200 1999
- 8) 竹内謙彰：「方向感覚質問紙」作成の試み(1) - 質問項目の収集及び因子分析結果の検討 - , 愛知教育大学研究報告, 39, PP.127-140
- 9) 佐藤泰正 視覚障害心理学 学芸図書 1991