

歩行者 ITS を用いたバリアフリーシステムに関する基礎的研究*

—梅田ターミナル地区移動支援実験を事例として—

The primary study about the barrier-free system for pedestrian ITS

—The moving support experiment at Umeda terminal area is conducted as an example.—

田中貢**・井上亮***・飯田恭敬****・三星昭宏*****・佐野洋人*****・末續和正*****・柳原崇男*****

*By Mitsugu Tanaka**・Akira Inoue***・Yasunori Iida ****・Akihiro Mihoshi*****・Hiroto Sano******

*・Kazumasa Suetsugu *****・Takao Yanagihara******

1. はじめに

わが国の全人口を占める 65 歳以上の高齢者の割合は、1970 年に初めて 7%を超え、国際的にも高齢化した国となった。2025 年には人口の 27.4%が 65 歳以上の高齢者となり超高齢社会が形成されるものと予想されている。また、わが国の障害者数は約 300 万人（平成 8 年）程度であり、1951 年以降、5 年ごとに行われている実態調査では、年々増加している。

そのような中で、2000 年には、「高齢者・身体障害者等の公共交通を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」（通称「交通バリアフリー法」）が制定され、わが国では福祉のまちづくり整備が各地でなされており、高齢者・障害者等がこれまでより快適に移動できるような環境整備が進められている。

さらに、施設整備だけでなく歩行者のニーズにあった情報を提供し、安全、安心、快適な移動を支援することの重要性が増し、情報提供や経路案内という視点からもバリアフリー化がなされなければならない。近年、VICS や ETC 等、自動車交通に起因する渋滞、環境問題等の改善を目的として ITS (Intelligent Transport Systems) の導入が進められている。また、携帯電話や PDA (Personal Digital Assistance : 個人携帯情報端末) 等の情報端末の普及により、個人への情報提供の環境が整い始めており、障害者を含め全ての人への移動に関する

情報提供が可能となってきた。

この研究は情報システムにより、より高いレベルでバリアフリーを達成しようとする歩行者 ITS を用いたバリアフリーシステム構築のための基礎的研究である。

通常、視覚障害者への経路誘導としては視覚障害者用誘導ブロック（以下、点字ブロック）がある。しかし、点字ブロックによる誘導は行き先がわからず、現在地が正確に把握しにくいなどの問題があることが多数の視覚障害者より指摘されている。そこで、従来の点字ブロックを超えるキメの細かい案内システムとして歩行者 ITS を用いたバリアフリーシステムの構築を目指した。これは点字ブロックがなくてもよいということを意味するものではなく、点字ブロックと ITS の併用を前提としている。

本研究で「バリアフリーシステム」と呼ぶのはこれらを勘案した以下の 3 点を含むものである。

- 1) 健常者が目的地まで経路案内を含む移動情報を与えるシステム
- 2) 肢体不自由者（ここでは車いす利用者とする）、聴覚障害者、視覚障害者が必要な移動情報を得ることができるシステム
- 3) 視覚障害者が目的地まで到達できるように経路誘導を行なうシステム

これらを同じ PDA・ブルートゥース通信・サーバーネットワークを用いて同時に実現しようとした。また、これらのデバイスは開発途上であり、今後開発される別のデバイスの場合でも役に立つ知見を得ようと努めた。従ってこの研究はシステム開発報告にとどまらず、バリアフリーシステムでは今後何が必要とされるかに関する基礎的研究である。

またこの研究を通じて以下の矛盾する 2 点を統合する努力を行なった。

- 1) ユニバーサルデザインの考えにもとづき、普及とコストを考え、健常者も障害者も同じシステムを使う。
- 2) 肢体不自由者、視覚障害者は健常者と異なる情報を必要としている。特に視覚障害者の経路誘導は方法自体が健常者と異なるため別のシステムが必要となる。

*キーワード：ITS、交通弱者対策、交通情報、

** 非会員 国土交通省近畿地方整備局交通対策課

(大阪府中央区大手前 1-5-44, TEL06-6942-1141)

*** 非会員 大阪市計画調整局（関西国際空港株式会社出向）

(大阪府泉佐野市泉州空港北 1 番地 TEL0724-55-2049)

**** フェロー会員 工博 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻

(京都市左京区吉田本町 TEL075-753-5124)

***** 正員 工博 近畿大学理工学部社会環境工学科

(東大阪市小若江 3-4-1, TEL06-6730-5880(内線 : 4271))

***** 非会員 財団法人 大阪市都市工学情報センター

(大阪市浪速区湊町 1 丁目 4 番 1 号 OCAT ビル 4 階 TEL. 06-6647-1910)

***** 正員 (株) グランドプラン研究所

(大阪市北区西天満 4-5-5 京阪マーズ梅田 511 号 TEL06-6363-3558)

***** 学生員 近畿大学大学院総合理工学研究科環境系工学専攻前期博士課程

ここでは 1) を基本として 2) については必要な機能の特殊化を最小にとどめるよう努力した。その結果 2) に該当する視覚障害者の「ことばの地図」(後述) 開発は今後健常者も同様に使えることを想定して行なった。

今回の対象地域は複雑に入り組んだ大規模地下街である。

大阪市の梅田地区には、わが国有数の規模と交通量をもつ地下街網が整備され、都心部の歩行者の主要動線となっている。しかし、地下街は地上と比べ、見渡せる範囲が著しく限定される上に、通路は変化に乏しく、目印が見出しにくく、歩行者が方向や道筋の感覚をつかむのを困難なものにしている。さらに、身体障害者にとっては、以下の問題が大きい。

- 1) 階段・段差等の構造的バリアが存在するとともに、それを回避するルート情報が不十分であるため、移動が制約され必要以上の迂回を強いられている人がいる。
- 2) 既存の案内情報の多くが視覚情報であるために、視覚障害者において情報案内格差が生じており、移動が制約されている。

国土交通省では、ITSの一環として、歩行者 ITS の技術を公募し、歩行者 ITS 技術の標準化を実施している。

また、大阪市は ITS の推進について検討を進めており、移動困難者を含めたあらゆる人が、安心して都市内を円滑に移動できるように「移動に関する総合的な都市情報システム」の構築に取り組みは始めている。

このような背景を踏まえ、国土交通省と大阪市が共同し、7つの鉄道駅が集中する大阪梅田地下街地区で、歩行者 ITS の一環として経路案内を中心とした歩行者支援に関する社会実験を行った。

2. 従来の研究

国土交通省では ITS 開発分野のひとつに歩行者支援を位置づけているが、それは現在開発途上段階にある。国土交通省と国土技術政策総合研究所が中心となって歩行者 ITS プロジェクトを推進しており、本研究もその一環である。本研究では、多数の当事者ニーズ、特に視覚障害者への経路案内に必要な要件把握を重点とするのが特徴である。従来からも視覚障害者ニーズを基本的に把握

しようとする研究はみられるものの、その詳細について把握されているものは少ない。これまでの歩行者 ITS 研究では、Ikeda et al.により歩行者のニーズを把握、障害別についての要件が示されている¹⁾。また、視覚障害者への経路案内システムとして野田・荻野らによる微弱電波を用いた研究²⁾、坂口らによる誘導用ブロックを用いた音声案内システムの開発研究などがなされている³⁾。経路案内システムではないが警察庁でも、赤外線を用いた歩行者支援システム (PICS) を開発し、全国二十都市のモデル地区で試験的導入がされている⁴⁾。しかし、これらの既往研究も歴史が浅く、特に今回のような大規模な地下街空間において社会実験まで行なった事例はない。

本研究は、歩行者 ITS におけるバリアフリーシステムに関する基礎的研究と位置付け、以下の2点において考察を行う。

- ① 本研究では、この実験に先立って実施した身体障害者への詳細なヒアリング調査をもとに、PDA を用いた歩行者案内誘導システムの利用・操作に関しての課題、そのシステムのあり方に関する課題等を整理した。また、身体障害者のニーズに対応した課題解決の方向を検討した。さらに、身体障害者が移動する際の重要な情報や地下街についてのニーズをまとめた。(補注1参照)
- ② これらを要件として、バリアフリー移動支援システム構築の「梅田地下ターミナル地区移動支援実験」において、この情報提供システムの有効性や障害者のニーズへの対応のありかた、情報提供、機器の使用に関する意見について評価を行った。

3. システム構築の概要

今回の実験のシステム概略図を図-1に示す。

このシステムは、肢体不自由者や高齢者等に対応した円滑な移動ができる経路への案内と視覚障害者への「ことばの地図」の2つを含んでいる。

(1) 円滑な移動ができる経路への案内

(健常者、肢体不自由者、聴覚障害者用)

経路誘導は利用者の障害を考慮して円滑な移動ができる経路への案内を行なった。PDA、電波タグ等を用い、地図、文字、音声により自己位置をリアルタイムに確認

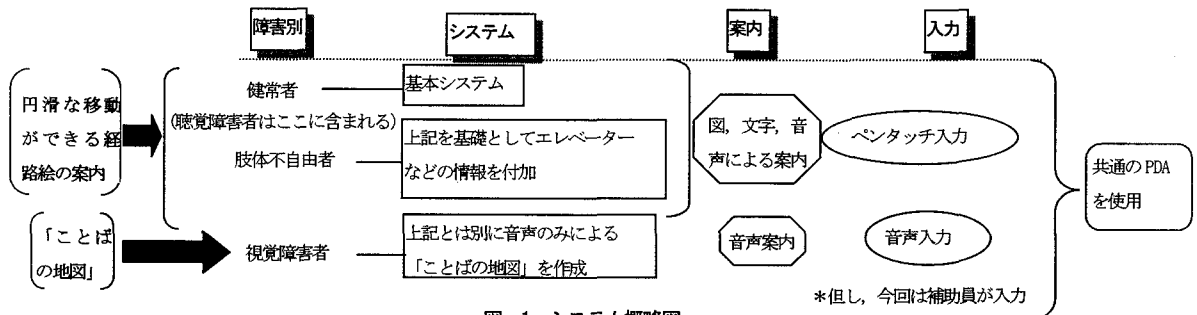


図-1 システム概略図

できる。障害の度合いによる経路の選択は次の4通りを設定した(表-1)。

表-1 障害の度合いによる経路選択

・上下移動に階段・エスカレーターを利用せず、エレベーターだけを利用 (ウィリアムズ経路、主に車いす利用者等の肢体不自由者を対象とした。)
・上下移動に階段を利用せず、エスカレーターとエレベーターを利用 (エスカレーターは利用するが、階段は利用しない。)
・遠回りになるのであれば、ある程度まで階段は利用 (階段数によって利用可能な階段とそうでない階段を区別し、経路を検索する。 本実験では西梅田駅北側階段段数を基に、階段数12段以下と13段以上に区別)
・階段を気にせず、最も距離の短い経路を選択 (すべての階段を利用可能とし、最短経路を案内した。)

(2)「ことばの地図」による経路案内(視覚障害者用)

上記のシステムとは別に視覚障害者に対して、「ことばの地図」による詳細な経路案内を音声により提供した。

視覚障害者への音声による案内方法は晴眼者のそれとは異なる点がある。そもそも空間認知、認識および記憶の構造が晴眼者では測りがたい。また、歩行において必要とされる情報についても不明な点が多い。これらについては、医学・心理学・人間工学分野の知見からは今回の実験に直接応用できるものは少なかった。従って学問的な普遍性は不明であっても、直接多数の視覚障害者へのヒアリングと検証を重ねることにより「ことばの地図」を完成に近づける方法をとった。ただし、空間認知において、特に視覚障害者の移動に関してはメンタルマップ(頭脳内で構築する目的地までの全体マップ)が非常に重要であることより、その作成を簡単に行えるようにルートの全体説明を最初に入れている。実験後のヒアリングでもこれらの全体説明が非常に有効であった。

次に、「ことばの地図」の情報内容を表-2に示す。

「ことばの地図」検証のためのルートは図-10におけるA地点→(泉の広場)→K(曽根崎警察署地下交番)へとした。

表-2 案内情報の種類

情報内容	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
ルート説明	○										
現在地	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
目的地の位置	○										
方向の指示・変更指示	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
施設・設備・空間特性など			○	○		トイレ					

(1)、(2)の両システムは共通して同じPDAを用い、肢体不自由者等への円滑な移動ができる経路への案内はペンタッチ入力とした。「ことばの地図」入力は将来的には音声入力するものとして今回は補助員による手動入力で行った。経路案内についてのイメージを図-2に示す。

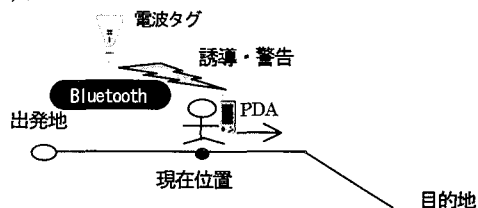


図-2 経路案内イメージ図

4. 実験に先立ったニーズ調査

(1) 調査概要

この調査は身体障害者に円滑な歩行者ITSを実施するために、実験に先立ってヒアリング調査を実施した。その目的としては、身体障害者の移動にかかわる課題の整理と案内機器を利用する場合の課題とその解決方向を検討してシステム構築に反映させていくことであった。そこでの知見を表3~7にまとめる。

ここでは身体障害者が移動する際重要となる情報や地下街そのものに関するニーズをまとめた。さらに、利用場面ごとに身体障害者が案内機器を利用して案内情報を入手する場合の具体的な課題を詳細に調べ、その解決方法を検討した。

大阪市に本部を持つ身体障害者関連団体・組織を中心に、各団体のメンバーの個々の意見について十分精通していると考えられる方々に対し、なるべく多くヒアリング調査を実施した。

(2) 身体障害者の移動・案内に関するニーズ

肢体不自由者、聴覚障害者、視覚障害者それぞれの移動する際の必要な情報と地下街についてのニーズを表-3、4にまとめた。

肢体不自由者の経路案内に必要な条件としては、一般的に階段や段差等、経路上のバリアの情報を提供し、そこから最適なルートを案内することが考えられる。しかし、それに匹敵する重要な情報としては、車いす用トイレの情報である。外出先に車いす用トイレがあるのか、またどこにあるのかという情報が特に重要であることがヒアリングよりわかった。さらに、エレベーターの稼働時間も重要な情報である。最終電車の時にエレベーターが動いていないという状況も存在するのである。肢体不自由者に必要な情報をまとめると、トイレ、エレベーターの位置と稼働時間、経路上のバリア、最適なルート案内である(表-3)。

聴覚障害者においては、基本的に健常者と同じ案内でよいが、障害者への教育が不十分であった昔に生まれた高齢の方は、ことばの理解が苦手な人もいる。これらの人にはピクトグラム等のサインが必要である。聴覚障害者は一般に情報障害者と呼ばれるが、移動や案内の視覚情報に関してはそれほど固有の問題は見られなかった(表-3)。

視覚障害者においては、地図、文字による案内は基本的には不可能であるので、音声案内による案内がされる。また、肢体不自由者同様にトイレの情報が重要である。さらに、視覚障害者においては、男性・女性トイレの識別といったキメの細かい情報提供をしなければならない。視覚障害者が歩行時に重要な情報として活用しているのが、スロープや階段、音、風の流れ、におい、雰囲気等であった(表-3)。

地下街においては、基本的に災害時の避難誘導をどのように行うかも問題となっている。さらに、点字ブロックがすべての箇所であるわけではなく、視覚障害者はどこへ誘導されているのかもわからないといった問題が生じている。現在、視覚障害者へのエスカターの誘導はされておらず、案内してほしいという人もいる(表-4)。

表-3 障害者に必要な情報

肢体不自由者	・最適なルート ・重要設備:エレベーター, 車椅子用トイレ ・経路上のバリア:階段, 段差
聴覚障害者	・アクセス自体に問題はなく, 健常者と同じでよい ・道に迷ったとき, 人に尋ねるのが難しい ・聴覚障害への教育が不十分であった昔に生まれた高齢の方はことばの理解に苦手な人もいる
視覚障害者	・トイレ(入り口の特定制が必要) ・経路上の危険物 ・スロープ(目印としてわかりやすい) ・階段番号(盲学校でも教えている) ・音 ・風の流れ ・におい ・雰囲気 ・弱視の方は視覚に頼ることもある

表-4 地下街での要件

肢体不自由者	・災害時の避難ルート情報(エレベーターからご案内)
聴覚障害者	・災害時の情報入手(放送など)
視覚障害者	・人の流れが多く, 人にぶつかり, 方向がわからなくなる ・点字ブロックがすべてにあるわけではない ・エレベーターは一人で利用づらい ・自転車・車が多いので安心

(3) 案内機器利用について

身体障害者へ経路案内を行う場合、どのような情報を提供するか、どういった方法で提供するかが基本問題である。またそれら以外に案内機器を使用する場合、使い勝手、身体条件への細かい適合性や安全性などの課題が生じる。現在の歩行者 ITS 研究においては、これらの研究よりも情報システム構築が先行し、人間工学的な研究が弱いように思われる。

そこで実際の使用を想定し、肢体不自由者、視覚障害者、聴覚障害者のそれぞれにおける課題を、案内誘導システムのための機器(PDA)の利用場面ごとに表 5~7 に整理する。

肢体不自由者の場合、特に操作性に関連する機器のデザイン面で、多くの課題が明らかになった。特に、上肢不自由者では、PDA の保持に問題があり、ひもをつけて首からかけたり、車いすに PDA を固定できるようなものが必要となる。入力に関しては、限られた運動能力により入力を行えることが重要である。音声や大型ボタンでの入力を行えることが必要である。また、エレベータ

一案内において単に位置情報だけでなく、移動時間帯情報が必要であるなど、キメ細やかな案内情報が求められている(表-5)。

聴覚障害者の場合、文字理解困難者以外では、案内誘導システムについての固有の課題はほとんど見られないが、目的地に到達した後でのコミュニケーション障害が大きな課題である。機器の取り扱い等では、聴覚に頼らないで行なえることが重要である。絵や図形、表示機器の点滅などの視覚情報やバイブレーション機能等が必要である(表-6)。

一部の弱視者には視覚情報の提供が可能であるが、基本的には視覚に頼らないで、また弱視者については色の識別を必要としない入力を行えることが重要で、音声ガイドシステムにより可視表示器を見なくても操作できたり、音声入力等を可能にすべきである。操作性のほか、「現在地」と「自分の向き」という2つの情報の確認が、移動における最重要課題となっている(表-7)。

障害の違いにより移動に必要な情報やニーズ、案内機器利用における課題と解決方向を整理し、そしてこれを要件としシステム開発を行なった。しかし、技術的課題等により、今回これらすべてをシステムに反映させることはできなかった。

表-5 肢体不自由者における課題と解決方向

利用の場面		課題	解決方法	
平常時	自宅	PDAの取り扱い方法を学ぶ・その他利用のための準備	乾電池の入れ替えが困難(上肢不自由) 充電式	
	梅田地域に到着 (スタート前)	PDAを取り出す	PDAをつかめない(上肢不自由)	ひもなどををつける
		PDAを保持する	にぎれない(上肢不自由)	親指をひかっけた上で手のひらにのせて保持できるよう、耳をつける
			落とすと一人では拾えない(上肢不自由)・拾いにくい(上肢自由)	首にかけるためのひも(上肢不自由) 腕をおすためのひも(上肢自由)
			PDAの電源ON	小さなボタンは押しにくい
		PDAへの入力	小さなボタンは押しにくい	大型のボタン・PDA操作音機能
	ルート案内	途中に段差・階段のあるルートを案内すると移動できない 地上と結ぶエレベーターの内、利用したい時に稼働しているエレベーターがどれであるか分からないので、地上に出られない	バリアフリールートを案内する 地上と地下の移動には、利用しようとする当該時間帯に稼働しているエレベーターを案内する	
	梅田地域を移動 (スタート後)	PDAを携帯する	にぎれない(上肢不自由)	首にかけるためのひも(上肢不自由)
			落とすと一人では拾えない(上肢不自由)・拾いにくい(上肢自由)	首にかけるためのひも(上肢不自由) 腕をおすためのひも(上肢自由)
			傘をさせない(上肢不自由)・さしにくい(上肢自由)ので、機器が濡れる	防水機能(生活防水)
		通路部での誘導	ずっと見ながらは移動できない	音声案内機能
		広場部での誘導	ずっと見ながらは移動できない	音声案内機能
目的施設等到着時	PDAの電源OFF	小さなボタンは押しにくい	大型のボタン	
非常時	災害発生時	回避ルート案内	(留意点:稼働するエレベーターを経由した地上への回避ルートの案内が重要)	

表-6 聴覚障害者における課題と解決方向

利用の場面		課題	解決方法
平常時	自宅	PDAの取り扱い方法を学ぶ・その他利用のための準備	手話通訳による取り扱い説明会の開催
	梅田地域に到着(スタート前)	PDAを取り出す	文字理解困難者用表示パネル
	梅田地域を移動(スタート後)	通路部での誘導	文章による説明は理解しづらい(文字理解困難者)
		広場部での誘導	文章による説明は理解しづらい(文字理解困難者)
	日常的な危険への対応	後ろからの自転車	自転車のベルの音が聞こえず、一方自転車側は聞こえているとして判断しているため、追いつき時に事故の危険性がある(但し地上で、地下街は問題なし)
非常時	災害発生時	災害発生時の事実の伝達	バイブレーション機能により非常時の伝達
		状況説明	文章による説明は理解しづらい(文字理解困難者)
	個人的トラブル発生時	緊急コールする	スムーズなコミュニケーションをはかるため、介助者に手話・筆談等の知識・技術が必要

5. 社会実験概要

・実施日：平成13年2月19日～3月20日のうちの17日間

表-8 実験参加者数

	一般利用者	車いす利用者等の 肢体不自由者	視覚障害者	聴覚障害者	合計
実験参加モニター数(人)	226	47	57	6	336

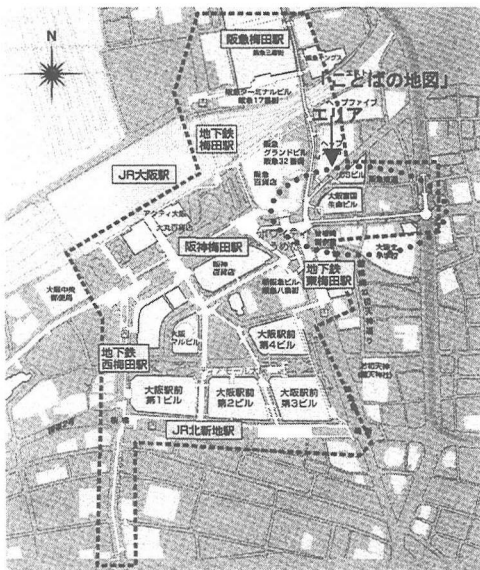


図-3 実験対象地区

・経路案内方法

1) 案内パターン

地下街には階段など車いす利用者等の移動が困難な箇所があり、目的地までの移動経路の選定に苦労することが多い。本実験では、出発地から目的地までの歩行者の特性に応じた移動可能なルートを検索し、経路案内を行った。視覚障害者には今回開発した「ことばの地図」で案内を行った。

表-7 視覚障害者における課題と解決方向

利用の場面		課題	解決方法	
平常時	自宅	PDAの取り扱い方法を学ぶ・その他利用のための準備	充電式	
	梅田地域に到着 (スタート前)	PDAを保持する	滑りやすいと落とす 落とすと見つけにくい	合成皮革のカバーでボタン等以外をカバー 肩掛け、腕掛け用のひも
		PDAの電源ON	ONになったかどうか、視認できない(全盲)・視認しにくい(弱視)	PDA操作音機能
		PDAへの入力	液晶画面を視認しながらの操作は不可(全盲)・操作は困難(弱視)	音声入力機能(但し、周囲の騒音による認識能力の低下への不安がある) 大型のボタン・PDA操作音機能 簡便な操作手順
			正しく選択できたかどうか視認できない(全盲)・視認しにくい(弱視)	音声出力機能
		ルート案内	現在地	地図を視認できない(全盲)・細かい地図は視認できない(弱視)
	現在地と目的地の位置関係		自分が向いている方向を確認しづらい 地図を視認できない(全盲)・細かい地図は視認できない(弱視)	向き確認機能 音声出力機能
			ルート	地図を視認できない(全盲)・細かい地図は視認できない(弱視)
	梅田地域を移動 (スタート後)	PDAを携帯する	片手に白杖を持つので(全盲)、持つ場合(弱視)、もう一方は空けておくので、手で持っては歩けない 回りが見えにくい(全盲)・見にくい(弱視)ので、ぶらさげていると、ぶつくてこわすこともある	肩掛け、腕掛け用のひも 合成皮革のカバーでボタン等以外を保護
	通路部での誘導	案内情報が多くなると覚えきれない 正しく歩いていることを視認できない・視認しにくい	めりはりをつけるための複数音声案内機能 音声案内機能 正確な位置が必要な場所のランドマーク化 視覚以外の五感で確認できるランドマークを取り入れたルート案内	
		人とぶつかり方向を見失うことがある 物とぶつかり怪我をすることも	向き確認機能 路上障害物通知機能 看板などは、道路から徹底的に除去	
		広場部での誘導	正しく歩いていることを視認できない(全盲)・視認しにくい(弱視)	音声案内機能
			人とぶつかり方向を見失うことがある 方向を見失い、ルートからそれる場合がある	向き確認機能 向き確認機能 経路補正機能
			目的施設等到着時	目的施設等の特定
		PDAの電源OFF	OFFになったかどうか、視認できない(全盲)・視認しにくい(弱視)	音声出力機能(ONができればOFFも確認可能)
非常時	緊急時1 (災害発生時)	退避ルート案内	地図を視認できない(全盲)・細かい地図は視認できない(弱視)	音声出力機能(ことばの地図)
	緊急時2 (個人的トラブル発生時)	緊急コールする	声をかけやすい人を探しづらい(全盲)・識別しにくい(弱視)ので回りが急いでいる出動時には援助を求めにくい	ヘルプセンターの形成 ヘルプセンターでの、各PDA位置確認

所があり、目的地までの移動経路の選定に苦労することが多い。本実験では、出発地から目的地までの歩行者の特性に応じた移動可能なルートを検索し、経路案内を行った。視覚障害者には今回開発した「ことばの地図」で案内を行った。

2) 情報提供方法

地図・文字・音声で情報提供し、経路案内する。

- ・案内ルート：出発地～目的地間の案内ルートを PDA 画面上で表示。
- ・現在地表示は電波タグを利用して位置を確認し、画面上に現在地を表示。

タグの近傍を通過毎に、画面の地図の下に目標物と進路（直進、右、左折）を文字で表示し、文字情報と同様の情報を音声情報でも提供する。視覚障害者用は全て音声情報である。なお今回の実験で行なった経路案内以外の情報提供を補注 2 に示しておく。

6. 社会実験の結果

(1) 円滑な移動ができる経路への案内

今回は肢体不自由者等への円滑な移動ができる経路への案内と「ことばの地図」の2つの実験を行った。円滑な移動ができる経路への案内の実験については、コンピュータと無線システムの不安定さが問題となり、やや全体的にマイナス評価となっているが、その有効性等では好評な結果を得ている。PDA 操作において今回の実験では、補助員が付き添っているためそれほど問題はなく、経路案内を中心とした実験となっている。

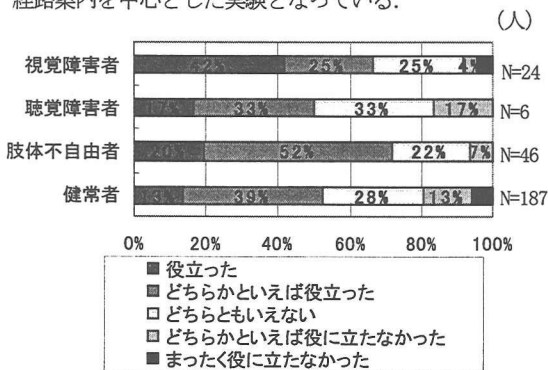


図-4 障害の種類による案内システムの有効性

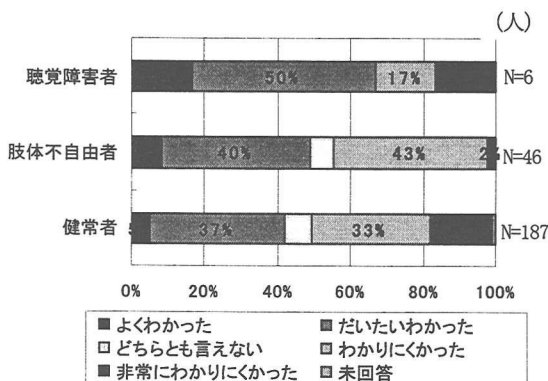


図-5 自己位置表示

【*視覚障害者は音声のみで自己位置表示はない】

図-4 は障害の種類による案内システムの有効性についてであるが、障害別では、健常者、聴覚障害者においては約 5 割程度の方が役に立ったと回答している。肢体不自由者、視覚障害者（「ことばの地図」を利用）においては、約 7 割の方が役に立ったと回答し、身体障害者にとって有効な案内システムであることがわかる。

図-5 は PDA の自己の現在位置表示に関してであるが健常者、肢体不自由者ともに半数近くがわかりにくいと答えている。地図が見にくい、方向が表示されないために地図を見ても良くわからない等の意見が多く、地図の表現方法には改善の余地があると考えられる。また、地図が固定であるために移動時の進行方向と画面の向きが一致しておらず、自分の向きがわからなくなるという意見が多い。今回の実験では方向検知機能が開発されておらず、方向を取れないまま実験が行った。つまり、電波システムでは方向同定が難しく、地下街の地磁気の乱れにより実用になるコンパス類もまだない状態である。この問題は大きな弱点であることも検証された。なお国土技術政策総合研究所は現在地下街でも使える方向検知機能の開発を急がせており、解決の見通しも出始めているようである。

(2) 「ことばの地図」に関する結果

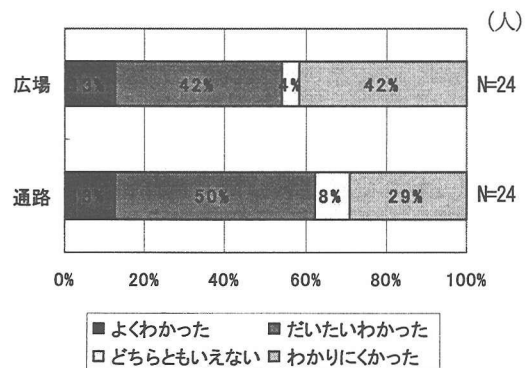


図-6 案内のわかりやすさ

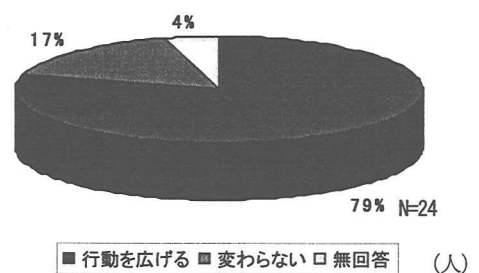


図-7 行動の変化

図-6 は案内システムのわかりやすさとして、広場部（地下街では主要交差点の多くが広場的に広げられてい

る)ではわかりやすい55%, わかりにくい42%となっている。これは、後でのビデオ分析でもわかるが、広場部の案内方法に改善課題があることを示している。通路部ではわかりやすい63%, わかりにくい29%とわかりやすいが多くなっている。

図-7 はこのようなシステムが普及すれば、行動に変化が生じるかという質問であるが、約8割の人が行動を広げると回答している。このようなことより、このシステムにおける期待が大きいことがわかる。

次に、「ことばの地図」における利用者の評価と必要とされるニーズを把握するためにアンケートの欄外に記入された自由意見を整理し、ニーズを表-9まとめた。

機器に関する意見としては、「PDAが少し重い」という意見が挙げられている。また視覚障害者にとって「音」とは非常に重要な情報である。「ことばの地図」の音声案内が他の情報源となる音の邪魔となり、戸惑う利用者が多く存在した。ヘッドフォンを両耳から片耳にして実験を行ったが、そうすると逆に、他の雑音により音声案内が聞きづらくなるという事態が生じた。この点については、現在は骨伝導ヘッドフォンを用いることで改善をはかっている。

アプリケーションに関しては、自分の向きを知りたいという意見が多くあった。これは、人とぶつかったりして、自分の向いている方向が少し変わるだけで、数十m進むと、最初のルートよりかなりずれが生じている。視覚障害者の人は方向が分かりにくいため、元のルートに自力で戻ることが困難である(表-9)。

・「ことばの地図」における追跡調査

ここでは、視覚障害者に対して行われた「ことばの地図」の実験に対する追跡とビデオ調査を行った。調査方法は、1)経路軌跡の記入、2)行動の記入(壁にぶつかる、道を間違える等の行動)、3)音声案内が流れる各地点での通過時刻の記入である。これらは追跡による目視観察だけでなく、ビデオ解析にもよる。視覚障害者のサンプル数は表-10に示す。

表-10 サンプル数 (人)

全体	弱視	全盲	不明
25	11	12	2

表-9 機器、アプリケーションに関する主な意見

機器		
分類		主な意見
PDA	PDAの性能	PDAが少し重い
	音声	他の音と混ざる
	音量	ボリューム調節を簡単に
	入力方法	点字・ボタン・音声入力が可能になる
	保持・固定	首からかけるのには抵抗がある
	ヘッドフォン	両耳をふさぐのは不安
システム全体	情報提供位置	情報提供位置を正確にしてほしい
	情報提供頻度	直線にしては多い
アプリケーション		
分類		主な意見
情報の提供方法	方向の提供	向いている方向を知りたい
	情報の繰り返し提供	繰り返し聞きたい
	情報提供時の合図	情報を提供することを示す合図が欲しい
情報の提供場面	現在地の確認	簡単に現在地確認ができるようにしてほしい
	目的地の到着	目的地に到着したことを知らせてほしい
	経路を間違えた場合	経路を間違えた場合、行き過ぎた場合の情報提供が必要、元に戻るための案内
	危険喚起	看板や商品の陳列等通路上の障害物を案内、危険場所の案内
情報提供の内容	文章等の表現方法	東西南北より左右でよい、何mは慣れればわかる、始めの全体説明は必要
	文章等の情報量	情報量が多い
必要な情報	店舗の情報	店の情報があるのはわかりやすくよい
	入口	建物の場所がわかってもしも入口がわからない
その他の意見		
出口や階段など風のある場所では、風の方向に機械を向けると、それが何かかわかるとよい		

1) 到達時間と歩行速度、地点での案内について

平均速度 0.57m/s は通常の健常者の約 1/2 程度の速さである。

K 地点で道を間違えた人は、25 人中 14 人で「立ち止まって動かない」、「曲がらず行き過ぎる」といった行動がほとんどであった。D 地点では道を間違えたのは 4 人だけで、スムーズな案内が行われていた。この 2 点の違いを述べると、D 地点においては、C 地点で一度右折の案内があり、広場の中の D 地点でもう一度案内があるのに対し、K 地点では、この地点だけの案内となっている。さらに、K 地点の案内文については、広場の入口に着いたことを案内した後、左折案内の前に、喫茶店の紹介が入るので、より左折案内をわかりにくいものにして歩行者が直進してしまったのではないかと考えられる。これらは今後情報提供内容で改善しうるものである(表-11)。(地点に関しては、図-9を参照)。

2) 停止時間と音声時間の関係

停止時間と音声時間の関係を図-8に示す。弱視、全

表-11 データのまとめ

	全体	弱視	全盲
到達平均時間	8分47秒	7分43秒	9分24秒
平均速度m/s	0.57	0.65	0.53
K地点の間違え率	56.0% (14/25)	54.5% (6/11)	66.7% (8/12)
D地点の間違え率	16.0% (4/25)	18.2% (2/11)	16.7% (2/12)

盲の人の平均停止時間と音声時間を比較すると、全体的に停止時間は音声時間より短くなっている。また、全盲の人は弱視の人より長い停止時間となっている。特徴的な地点は、D,E,Gである。D地点は音声時間が長いと思われるが、かなりの差が生じている。これより、音声時間の限界は約30秒程度ではないかと考えられる。逆にE地点はD地点の音声時間が長かったため、慎重に聞いている様子がビデオよりうかがえた。G地点はシステム自体に問題（音声流れない）があったため、立ち止まった人は8人だけであった。このため、平均停止時間が極端に短くなっている。ちなみに8人の平均停止時間は23秒であった。

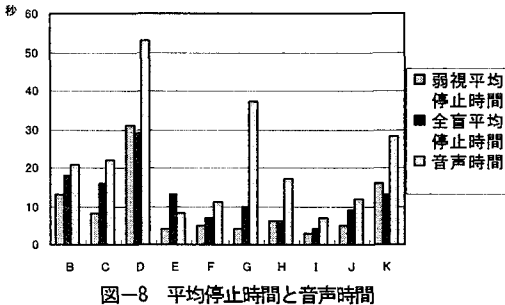


図-8 平均停止時間と音声時間

図-9では各地点の弱視平均停止時間と全盲平均停止時間との相関図を示した。高い相関関係を示し、各地点での停止行動が似ていることがわかる（無相関検定 ** 1%有意）。次に、各地点での停止時間のばらつきを示す（表-12）。弱視の人では迷った人のいるD,K地点の標準偏差は非常に大きく、B地点では音声をしつかり聞く人と聞き流す人の差が大きく現れた。また、全盲の人は弱視の人に比べるとばらつきも大きく、歩行形態などにより個人差が大きいことがわかった。

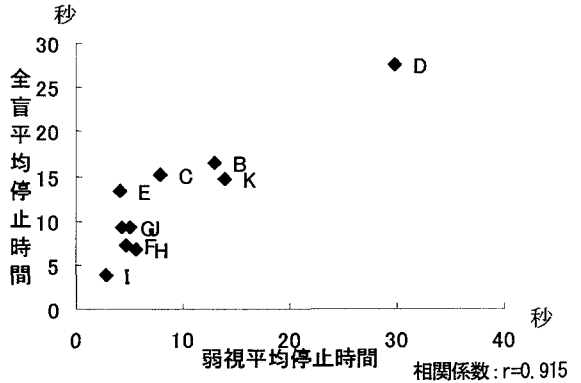


図-9 各地点での弱視と全盲の平均停止時間相関図

表-12 各地点の停止時間のばらつき（標準偏差）（秒）

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
弱視	16.3	9.4	51.6	5.1	5.2	7.2	9.0	3.3	5.4	22.3
全盲	12.9	10.7	22.7	29.2	8.4	20.1	8.1	3.8	9.2	14.5

3) 行動軌跡

被験者4人の行動の軌跡と「壁にぶつかる」、「店の商品や看板にぶつかる」、「店の中に入ろうとしてしまう」といった行動が見られた地点を図-10に黒丸で記す。「壁にぶつかる」等の行動が頻繁にみられるのは、やはり体の向きが変わるC,D地点で多くなっている。これらの行動がみられたのは、ほとんどが全盲の人であるが、「自分の向き」が移動においては重要ということであり、今後これらの案内をどのように行うかが課題である。

7. まとめ

本研究は身体障害者の移動支援にかかわる課題とその解決方向を把握し、移動支援システムの構築に反映させていくことが目的であった。これらを要件として、バリ

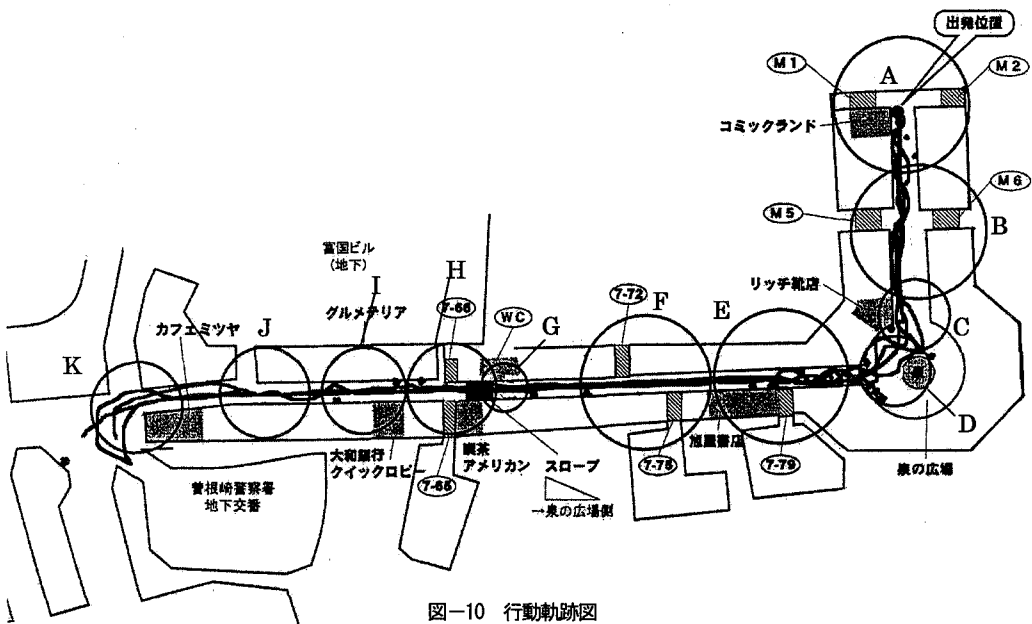


図-10 行動軌跡図

アプリーシステムと機器の開発にあたり、数多くの障害当事者参加を行いキメの細かいシステムづくりを目指した。表 4～9 自体がこの研究の主要な成果である。これにより数多くのデザイン知見が得られた。移動支援における課題は、多種多様であり、特に視覚障害者へのヒアリングからは、「ことばの地図」のように、音声重視をした経路案内の有効性が明らかになった。

また、一般健常者、肢体不自由者の利用者の中で、PDA 画面の地図や道案内文と同等、あるいはそれ以上に、道案内を読み上げる音声案内機能が役立ったケースが数多くみられた。あえて名づければ「簡易版ことばの地図」が有効であった。このため、「ことばの地図」を視覚障害者用の特別仕様と捉えず、むしろ簡易版、詳細版、超詳細版というように複数のレベルの「ことばの地図」を用意し、地図を読むのが苦手な人にも対応できるシステムとして整備すれば、ユニバーサルデザインとしての歩行者支援システムの構築が可能であると期待できる。これらは現在開発中である。

以下、本研究で得られた知見を障害別にまとめる。

1) 健常者

経路案内については基本的には問題がなく好評である。今後はシステム的な技術の発展が望まれる。機器利用においては、PDA に関しては、操作への慣れや重さが問題となっている。今後は、携帯電話などでの経路案内が考えられ、重さの問題は解消されると思われるが、文字盤が小さくなると音声情報の重要性が増してくる。また、情報に関してニーズは様々であるので、簡易版や詳細版といった複数のレベルを用意することが必要である。

2) 肢体不自由者

特に必要な情報としては、最適なルートの情報、エレベーターの稼働時間、トイレであった。

案内機器利用においては、特に上肢不自由者では保持・入力に問題が生じる。保持するためには、ひもをつけて首からかける、車いすに固定する等が考えられ、入力に関しては、限られた運動能力により入力を行えることが重要である。音声や大型ボタンでの入力を行えることが必要である。

3) 聴覚障害者

基本的には健常者と同じでよい。案内機器の取扱において、手話通訳による取扱説明会を開催することや、聴覚に頼らないで入力を行えることが重要である。絵や図形、表示機器の点滅などの視覚情報やバイブレーション機能等が必要である。

4) 視覚障害者

トイレの情報は重要で、視覚障害者においてはどちらが男性か女性かというキメの細かい情報提供をしなければならない。また、「向き」に関する情報も重要で、今後、方向検知機能の開発が望まれる。経路案内については、

視覚障害者がメンタルマップを作りやすくするために、はじめにルートの全体説明をすることは重要である。入力に関しては、視覚に頼らないで、また色の識別を必要としない入力を行えることが重要で、音声ガイダンスにより可視表示器を見なくても操作できたり、音声入力等を可能にすべきである。

また、今回は点字ブロックが敷設されていなかったため、行動軌跡図からもわかるようになり蛇行して歩行している。広場、交差点部での案内に課題を残したが、点字ブロック併用することでこのような課題を解決できると考えられる。

このように初期の目的である PDA を用いたバリアフリーシステムをユニバーサルデザインの視点で開発し社会実験の今後の課題を得ることは一応成功したと考えている。しかし当事者のニーズの多様性も多数確認された。現在「ことばの地図」を中心とする「作り込み」を行っており、2 回目の社会実験を終えたばかりである。これらの結果は後日まとめて報告する。

今後のシステムの課題は以下のようである。

①方向検知機能、②経路案内方式、③デバイス開発が考えられる。方向検知機能は特に視覚障害者には非常に重要であり、また健常者等においても経路を逸脱した場合の補正ルート検索が可能になる。今回の電波方式や赤外線を用いたものがあり、最適な方式の統一化が望まれる。デバイス開発では、利用者ニーズを反映したアプリケーションの開発や誤作動が少なく安定的に作動することが必要である。

(補注 1)

地下街では GPS は使えない。また、ジャイロコンパスは地磁気の乱れにより正確な情報を与えない。今回は電波によるブルートゥースシステムとデバイスとしての携帯情報端末 (PDA) を用いたが、それについては、システムとして用いること自体の是非を直接議論するのがこの研究の主なテーマではない。これらは日進月歩で開発され、国土交通省でもシステム開発自体を促進しているので、そのうちのバリアフリーからみた要件やシステム事項を考察することが目的となる。したがって、なるべく機器に依存する問題への深入りを避け一般性を失わないような考察することに努力した。

(補注 2)

・バス運行状況のリアルタイムな情報提供実験

バスのリアルタイムな運行状況やリフトつきバスやノンステップバスといった種類について、PDA、パソコン、i mode を通じて利用者に提供した。また、PDA、パソコンモニターは利用するバス停留所を指定しておくことで、プッシュ型^{脚)}の接近情報を音声等に

より得ることができる。

・駐車場の情報提供および予約実験

対象地区の駐車場の構造、運用形態、障害者対応状況等をホームページにより提供した。また、特定の駐車場では、車いす利用者等を対象とし、駐車スペースの確保や乗降時の補助等の予約を受けた。

注) プッシュ型：センター側からの操作により、PDA等の利用者の操作に関係なく情報等を提供する方法。

〈謝辞〉

本研究の遂行には、大阪頸髄損傷者連絡会、社団法人大阪脊髄損傷者協会、自立生活センター・ナビ、社会福祉法人日本ライトハウス、弱視問題研究会、大阪視覚障害者福祉協会、社団法人大阪聴覚障害者協会、大阪市中途失聴者協会等に協力を頂いた。また、調査においては武井邦彦氏（パンフィックコンサルタンツ株式会社）、小川寛一氏（NTT西日本ソリューション）、中川勝司氏（住友商事株式会社）に協力を得て行ったものであり、ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) Yuji Ikeda, Nozomu Mori : Research On ITS For Pedestrians, CONFERENCE PROCEEDINGS transed 2001 pp106-112
- 2) 木村政晃, 野田宏治, 荻野弘, 栗本譲 : 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, 第20回土木計画学研究発表会講演集 (2) p771~774, 1997
- 3) 坂口陸男, 酒井美紀, 秋山哲男, 岡田晃典 : 視覚障害者への音声案内開始位置に関する検討 土木学会第52回年次学術講演会概要集, IV - 42, 1997
- 4) 渋谷秀悦 : 歩行者等支援情報システム (PICS) 土木学会第55回年次学術講演会概要集, IV - 98, 2000
- 5) 田中貢, 井上亮, 三星昭宏, 柳原崇男, 末續和正, : 梅田ターミナル地区移動支援実験についてーバリアフリーに関する基礎的研究ー 土木学会第56回年次学術講演会概要集, IV - 368, 2001
- 6) 田中貢, 井上亮, 飯田恭敬, 三星昭宏, 古田均 : 梅田ターミナル地区移動支援実験のについてーシステム構築と実験ー 土木学会第56回年次学術講演会概要集, IV - 367, 2001
- 7) 末續和正, 田中貢, 松野幹雄, 井上亮, 飯田恭敬, 三星昭宏, 古田均, 小川寛一, 武井邦彦 : 身体障害者の移動支援のための歩行者 ITS に関する基礎的研究ー梅田ターミナル地区移動支援実験の事例ー 福祉のまちづくり研究会第四回全国大会概要集, 2001
- 8) 芝田裕一 : 視覚障害者の歩行訓練と歩行環境, 交通科学 Vol.23, No1, No2 合併号 p55~62, 1994
- 9) 荒木宏治, 長谷川浩, 野田宏治, 栗本譲 : 視覚障害者歩行案内システムの認知情報作成に関する研究, 土木学会第55回年次学術講演会概要集, IV - 99, 2000
- 10) 野田宏治, 小倉俊臣, 栗本譲 : 視覚障害者歩行時における生態情報と認知地図に関する研究, 第24回土木計画学研究発表会講演集, 2001

歩行者 ITS を用いたバリアフリーシステムに関する基礎的研究*

ー梅田ターミナル地区移動支援実験を事例としてー

田中貢**・井上亮***・飯田恭敬****・三星昭宏*****・佐野洋人*****
・末續和正*****・柳原崇男*****

本研究では、歩行者 ITS のバリアフリーシステム構築を目的としている。この社会実験は大阪梅田地下街を対象として行なわれた。そこで、健常者、身体障害者（肢体不自由者、視覚障害者、聴覚障害者）の歩行者 ITS におけるニーズや必要な要件を把握した。そして、バリアフリーの視点から歩行者 ITS の考察を行なった。

The primary study about the barrier-free system for pedestrian ITS

ーThe moving support experiment at Umeda terminal area is conducted as an example.ー

By Mitsugu Tanaka・Akira Inoue・Yasunori Iida・Akihiro Mihoshi
・ Hiroto Sano・Kazumasa Suetsugu・Takao Yanagihara

The study aims to construct barrier free systems for pedestrian ITS. The social experiment of these systems was took place at underground malls of Osaka station area. Needs and necessary condition of non-disabled, wheelchair users, visually disabled and hearing disabled for using pedestrian ITS were surveyed. Finally, development framework of pedestrian ITS was discussed from point of barrier free.
