

◆ 特集：安全・快適な道路交通環境をめざして ◆

# 歩行者 ITS の研究開発

## — モニター実験の結果について —

池田裕二\* 森 望\*\*

### 1. はじめに

国土技術政策総合研究所道路空間高度化研究室では、平成 12 年度から 13 年度にかけて、沖電気工業(株)、中国情報システムサービス(株)、(株)日立製作所、NTTコミュニケーションズ(株)、日本電気(株)を代表企業とする 5 つの民間企業コンソーシアムと共同で、歩行者向けの情報提供システムである歩行者 ITS の研究・開発を進め、国総研構内でモニター実験による検証を行いました。さらに、平成 14 年 2~3 月には、全国 5 都市で実際の道路環境における歩行者 ITS の社会実験が行われました。

今回の報告は、開発中の歩行者 ITS の機能と、国総研構内で実施したモニター実験の結果について紹介します。

### 2. 歩行者 ITS の情報提供機能

歩行者 ITS の情報提供機能は、以下の 3 種に大別されます。

#### ○危険な場所・状態を知らせる注意喚起

特に視覚障害者に対して、階段などでの転落、車道への迷入などを避けるために、階段や横断歩道の手前でその存在を知らせたり、歩道からそれて車道にはみ出そうした場合や側溝等に転落しそうな場合に注意喚起を行います。

#### ○周辺の施設等に関する情報提供

自分がどこにいるのか、まわりにどのような施設があるのかを知らせます。車いす使用者に対しては、車いすで利用できる施設についての検索も可能となります。

#### ○目的地までの経路案内

目的地まで、視覚障害者に対しては、歩道や点字ブロックの整備された歩きやすい経路を、車いす使用者に対しては階段や段差が無く、十分な幅

表-1 モニター実験において提供した情報

注意喚起	①歩行経路上の注意を要する地物に関する情報提供 ・階段 ・横断歩道 ・街路樹 等
	②歩行経路外に逸脱した場合の情報提供 ・車道へのはみ出し ・池・植栽への接近 等
周辺情報の提供	③現在地に関する情報提供 ・目的地を基準とした現在地の案内
	④任意の施設の場所の検索 ・バス停 ・売店 ・トイレ ・食堂の検索
	⑤施設に関する情報(車いす対応の有無 等) ・バス時刻表 ・食堂のメニュー ・トイレの機能 ・内部の構造 等
経路案内	⑥利用者特性に合わせた経路探索 ・視覚障害者には最短経路 ・車いす使用者には段差のない迂回路 等
	⑦曲がるべきポイント・方向の誘導
	⑧経路逸脱時の案内 ・道を間違えた際の修正指示
	⑨リクエスト時の経路情報の提供 ・利用者がボタンを押した場合、その場所からの誘導

員の確保されたバリアフリー経路による案内・誘導を行います。

国総研構内における実験時に利用者に提供された情報は、表-1 の通りです。

### 3. 国総研構内におけるモニター実験の概要

歩行者 ITS は、カーナビと同様に位置特定システムとデジタル地図から構成されます。利用者の位置を特定し、沿道施設や経路情報、車いす通行の可否や歩行障害物の有無等が記録されたデジタル地図と照合することにより各種の情報提供が行われます。

国総研構内における実験では、本紙第 43 巻第 1 号<sup>1)</sup>に紹介したとおり、位置特定手法として、Pseudolite(疑似 GPS) および RF-ID タグを用いて利用者の位置を特定しています。

Current Situation of Research and Development of ITS for Pedestrians - Results of Users' Tests -

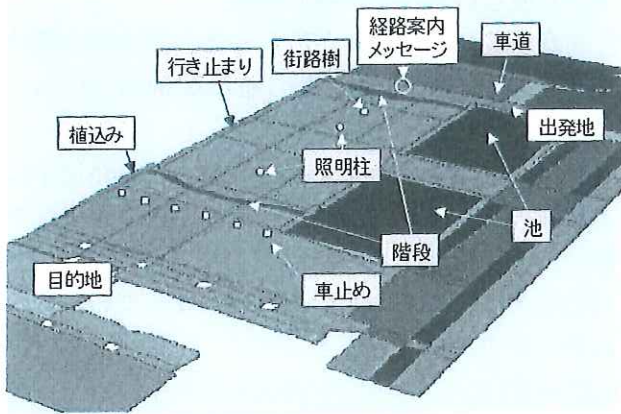


図-1 実験エリアのデジタル地図

### 3.1 Pseudolite を用いた情報提供システムの検証

Pseudolite は Pseudo(擬似的な) と Satellite(衛星) をあわせた言葉で、文字通り、GPS 衛星が発信する電波と同じ電波を出す装置です。

通常、カーナビゲーションシステム等に広く利用されている GPS により位置を特定するためには、最低でも 4 つの GPS 衛星からの電波が受信できなければなりません。しかし、ビル街や地下空間・屋内においては、GPS 衛星の電波が建造物等に遮られるため、利用が困難です。カーナビゲーションシステムは、地図情報とのマッチング技術や、速度センサー、ジャイロセンサーを用いた補正技術により、GPS 測位ができなくても連続的に自己位置を特定できるため、都市部でも使用することができますが、これらの技術は歩行者の位置特定には応用できません。

そのような環境においても、ビルの屋上等に Pseudolite を設置することにより、Pseudolite が GPS 衛星の役割を果たし、位置特定が可能となります。

特定された利用者の位置と、周辺の状況を記録したデジタル地図 (図-1 参照) から、周りに何があるか、目的地の方向はどちらか等の情報を利用者に提供します。

#### 3.1.1 実験エリアの概要と機器の設置状況

モニター実験は、8 階建ての建物 (国総研本館) 屋上に 2 基の Pseudolite を設置し、その前の広場約 40m×50m において行いました。

このエリアには、池・照明柱・街路樹・階段・車止め等の障害物が存在しますが、一般の歩道と異なり、縁石や側溝、点字ブロック等の伝い歩きに役立つ地物はありません。そのため、視覚障害

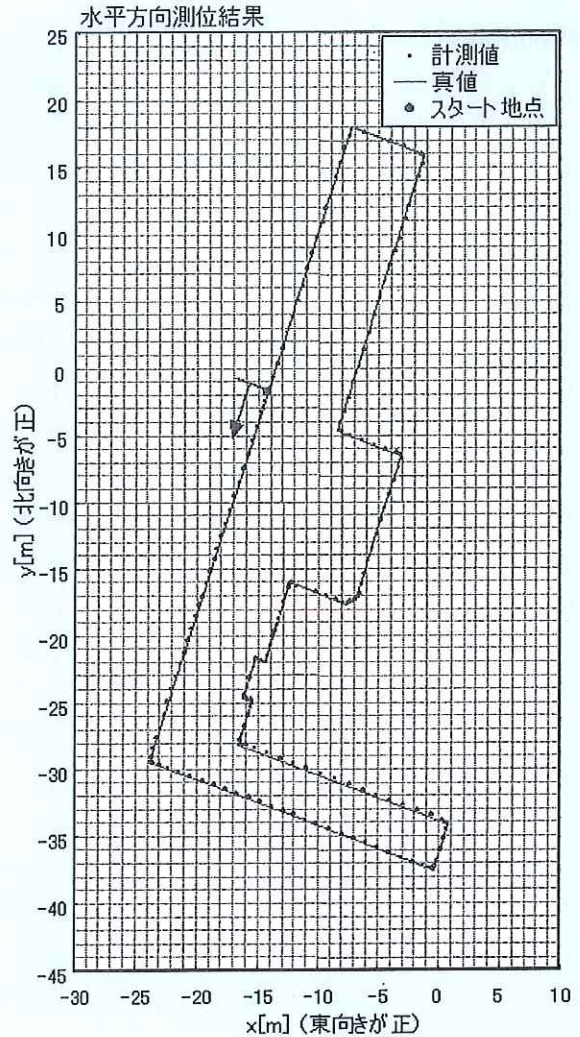


図-2 Pseudolite による位置特定の精度

者にとっては歩道よりもはるかに歩きにくい空間であり、歩行者 ITS を用いてこの空間で円滑に歩行することができれば、道路空間における歩行者 ITS の有効性は十分に高いことが証明されると言えます。

#### 3.1.2 位置特定の性能

##### 1) 精度

屋上の 2 基の Pseudolite を使用した場合の位置特定を行った際の観測結果は図-2 のとおりです。水平方向で ±10~20cm 程度、鉛直方向 ±20cm 程度の誤差が観測されました。

歩行者 ITS の位置特定システムに求められる位置特定精度については明確ではありませんが、歩道等の幅員が 2~3m であることから、1m 程度未満の精度が必要であると想定しています。Pseudolite による位置特定システムは、この条件を十分に満足していることが確認されました。

2) 使用可能環境

Pseudolite との比較のため、GPS(ディファレンシャルGPS、以下、D-GPS)を用いた位置特定についても検証を行いました。D-GPSのみを用いてモニター実験を行った際には、実験エリアに隣接する8階建ての国総研本館の影響により、実験エリアの国総研本館近傍(図-1、図-2ともに下側)では受信可能なGPS衛星が少なくなり、位置特定できない場合がありますが、国総研本館屋上にPseudoliteを設置することにより、GPSだけでは位置特定できなかったこのような場所においても、安定して位置特定ができ、Pseudoliteが建物によりGPS測位ができない場所での測位システムとして有効であることが確認できました。

Pseudoliteを用いることによって、理論的にはどのような環境であっても位置特定が可能となります。ただし、実際には、現時点ではマルチパス(建物の壁面等からの反射波)の影響の大きい屋内や地下街等での実用化は難しいと考えられます。また、道路空間で利用する場合、周辺条件によって、受信可能な天空のGPS衛星の個数が異なり、必要なPseudoliteの設置個数が異なるため、周辺環境のGPS及びPseudoliteの双方を用いた測位に与える影響については、今後詳細に研究し、把握する必要があります。

3.1.3 モニター実験結果

Pseudoliteにより利用者の位置を特定し、障害を持つモニターに対して、図-3のように情報を提供する実験を行いました。

モニター調査の結果、複数のモニターの歩行において以下の問題が観察されました。

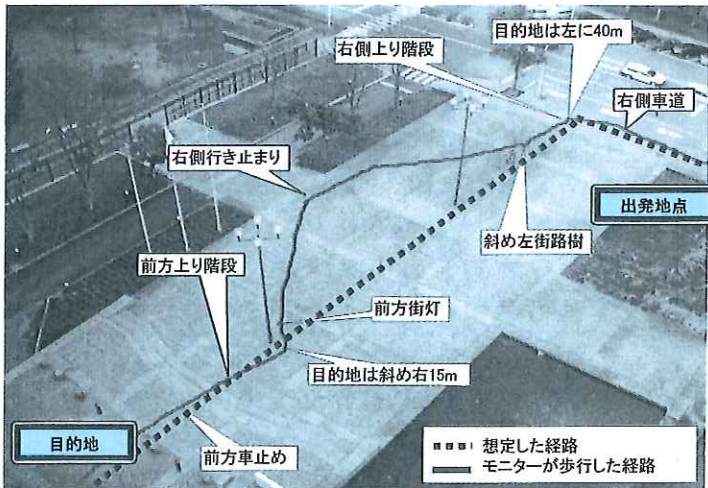


図-3 Pseudolite を用いたシステムによる情報提供例

・注意喚起情報による経路逸脱

注意喚起メッセージが流れると、障害物を避けようとするため、障害物から離れる方向に向かい、経路からそれる傾向があります。

図-4の歩行軌跡からわかるとおり、経路途中にある障害物に関する注意喚起メッセージが流れた後に、歩行経路が左(図中の矢印方向)にずれて、目的地とは異なる方向に歩いてしまっているのがわかります。

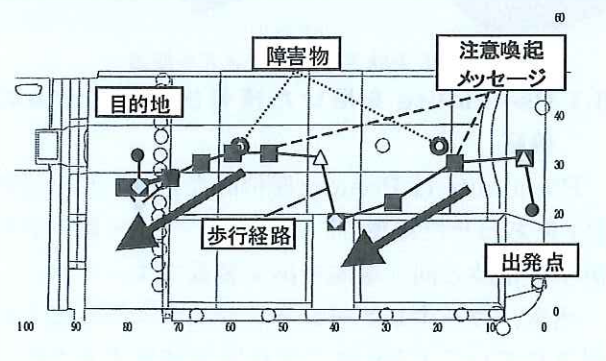


図-4 モニターの移動軌跡 (1)

・複数の注意喚起情報による混乱

短時間に複数の連続した注意喚起を受けると、どの方向に進んで良いかわからなくなり、歩くべき方向を見失う場合があります。

また、図-5のモニターの歩行軌跡を見ればわかりますが、短時間に複数の注意喚起メッセージが流れた場所(図中の円内)では、モニターが頻繁に方向転換しており、どちらに歩くべきかわからなくなっています。

この実験から、過剰な情報提供は視覚障害者の円滑な歩行をかえって阻害することがわかりました。ヒアリング調査でも、おおまかな情報があれば

白杖により障害物等を探することができるという意見も得られており、あまり細かい情報提供は求められていない可能性があります。そのため、視覚障害者への経路誘導・注意喚起の情報の内容については、長期的なモニター実験等により再検討し、必要な情報提供機能を限定することを検討する必要があると考えています。

また、位置特定精度に関しては、歩行者の向きを特定するための地磁気センサーの誤差が大きく、位置特定精度以上に情報提供の精度に影響を与えることや、位置特定してから音声情報が発声され、モニター

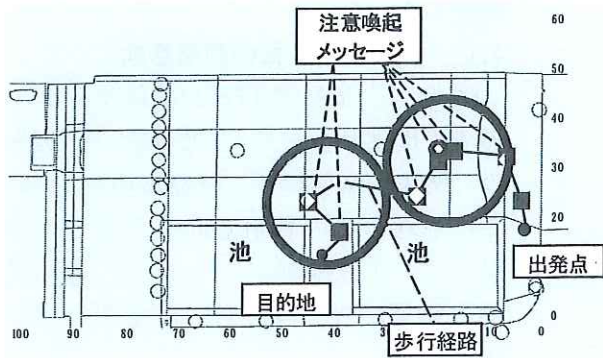


図-5 モニターの移動軌跡 (2)

が認識するまでにタイムラグがあることから、その精度を数 10cm 程度まで高める必要性は低いとも考えられます。視覚障害者が必要とする注意喚起情報の精度と、そのために必要な位置特定精度についても、モニター実験を重ね、今後さらに検討する必要があります。

### 3.2 RF-ID タグを用いた情報提供システムの検証

歩道等の歩行空間に、物流タグ等に用いられている IC チップ内蔵の RF-ID タグ (パッシブタイプ) を地面に設置し、利用者が携帯する端末がタグの番号を取得することにより位置を特定します。

利用者が、設置された RF-ID タグの近傍を通過し、タグとの通信が効率的に行えるよう、タグは点字ブロックとあわせて設置します (図-6)。利用者は、点字ブロックに沿って歩行し、分岐点や階段・横断歩道等、情報提供が必要な箇所にのみ設置された RF-ID タグによって位置特定し、情報が提供されます。

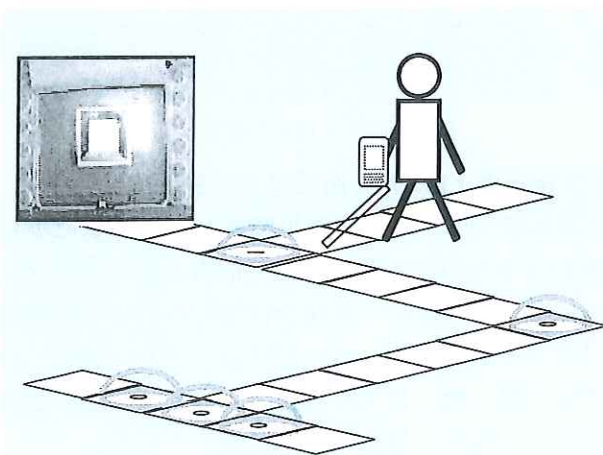


図-6 RF-ID タグによる位置特定イメージ

#### 3.2.1 実験エリアの概要と機器の設置状況

RF-ID タグを用いた実験は、国総研の最寄りの

バス停から研究本館前の広場を通り、本館内の 1 階ロビー及び 6 階通路を加えたエリアを対象とし、総延長約 300m の経路上で、約 30 箇所に RF-ID タグを設置しました。

#### 3.2.2 位置特定の性能

##### 1) 精度 (通信可能範囲)

タグの通信可能エリアは、図-7 のとおりでした。この範囲内を白杖先端もしくは車いす下部に設置したアンテナが通過すれば、この 30cm 四方の内側に利用者がいることが特定されるため、位置特定の精度は 30cm 以下と言えます。(厳密には、アンテナ位置と利用者の位置は異なりますが、アンテナの位置を利用者の位置と仮定して情報提供を行っています)

##### 2) 使用可能環境

屋内・屋外、周辺の環境条件によらず使用可能です。ただし、路面に導電体 (鉄製のマンホール

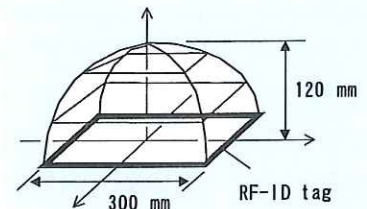


図-7 RF-ID タグの通信可能範囲

存在する場合、

タグが反応しない場合があります。

#### 3.2.3 モニター実験結果

RF-ID タグを用いたシステムでは、歩行者は点字ブロックに沿って歩行することを前提としています。そのため、歩道外にそれることを想定しておらず、表-1 に示した情報提供機能のうち、注意喚起の②に該当する情報提供機能がありません。また、任意の地点で利用者の位置が特定されるものではないため、経路案内の⑨の情報提供はできません。

実験において RF-ID タグを用いたシステムにより提供したメッセージは図-8 のとおりです。

前述したように、このシステムでは、利用者は点字ブロックに併設した RF-ID タグ上を通過する必要があります。車いす使用者は、点字ブロックの外縁に取り付けられた RF-ID タグのアンテナを目印にしてその上を通過することができたため特段の問題はありませんでした。しかし、視覚障害者のモニター実験では、誤って点字ブロックからそれてしまった場合や、視覚障害者の白杖の振り方によってアンテナがタグの通信可能範囲を

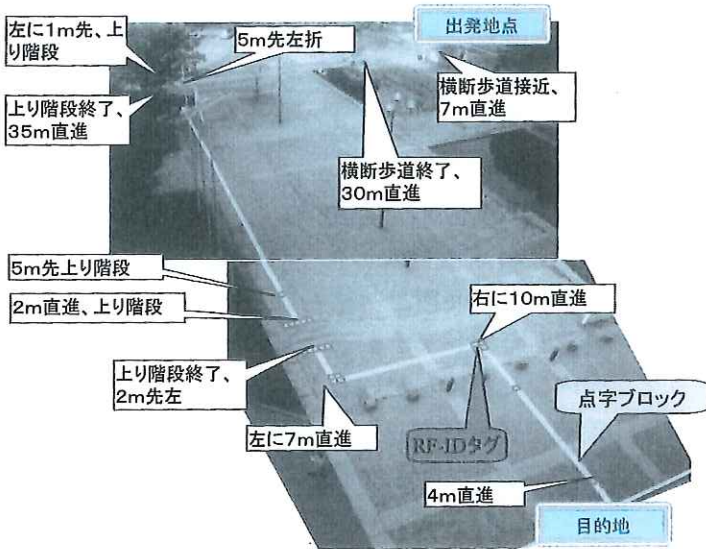


図-8 RF-ID タグを用いたシステムによる情報提供例

通過しない場合に、位置特定ができず、情報提供がなされないことがありました。

また、経路上のタグをすべて順番通りに取得したとしても、異なるタグが隣接している場合、異なるメッセージが続けて流れたため、モニターが混乱することがありました。

### 3.3 位置特定技術に関する今後の課題

モニター実験の結果、Pseudolite、RF-ID タグともに、約 40 名の障害を持つモニターのほとんどが単独で目的地に到着することができたことから、システムの有効性は十分に立証され、歩行者 ITS の位置特定システムとして有効であることが確認できました。

しかし、システムの実用化を図る上で、今後さらに以下に挙げる課題を解決する必要があります。

- ・ Pseudolite と RF-ID タグに加え、GPS による位置特定手法の、周辺環境等による適用可能性及びそれらの役割分担・補完のあり方
- ・ Pseudolite 発信電波の特性の把握、受信状況の安定化
- ・ RF-ID タグの受信可能範囲の拡大、複数のタグの効率的設置手法
- ・ 利用者、特に視覚障害者にとってわかりやすい情報提供が可能な点字ブロックの並べ方

## 4. 歩行者 ITS の利用意向に関する調査結果

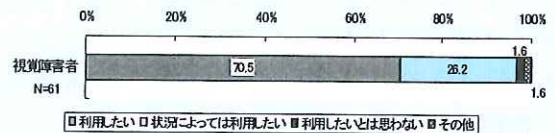
モニター実験後、歩行者 ITS の利用意向等に関するヒアリング調査を行い、その有効性について

検証しました。

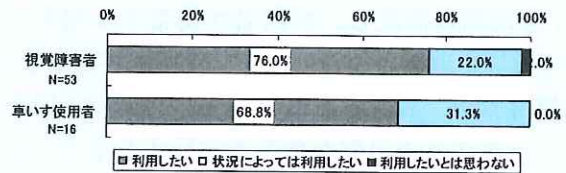
### 4.1 各サービス毎の利用意向

図-9 は、歩行者 ITS が提供する 3 つの情報提供サービス (注意喚起、周辺施設に関する情報提供、経路案内) について、それぞれの利用意向を調査した結果です。注意喚起については、情報提供の対象が視覚障害者に限定されています。

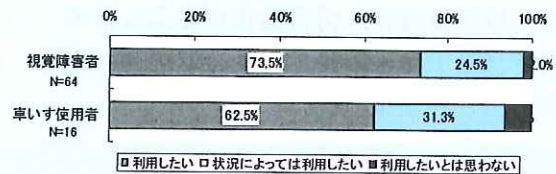
歩行者 ITS による各情報提供サービスを「利用したい」、「状況によっては利用したい」と回答した割合はほぼ 100% に近く、歩行者 ITS への身障者の期待の大きさが伺える結果となりました。



(1) 注意喚起サービスの利用意向



(2) 周辺情報の提供サービスの利用意向



(3) 経路案内の利用意向

図-9 歩行者 ITS の利用意向

### 4.2 歩行者 ITS の実用化による生活の変化

モニターの、現況の外出頻度と、体験した歩行者 ITS が実用化して歩行支援情報が取得できるようになったと仮定した場合に想定される外出頻度について調査しました。質問は、通勤・通学、日常的な買い物、日常的な遊び、福祉施設等の公共施設への外出、旅行に分けて行いました。

この結果、日常的な買い物と、日常的な遊びについては、歩行者 ITS があれば外出頻度が大きく増えるだろうとの回答が得られました (図-10 参照)。

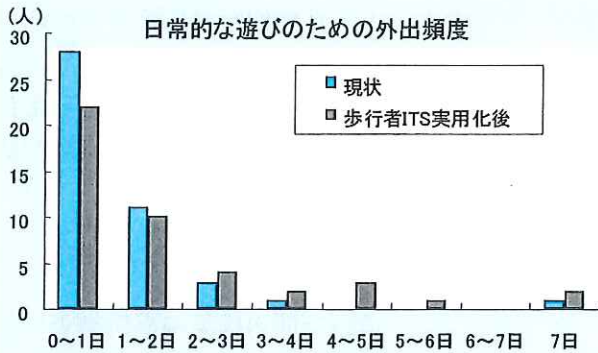
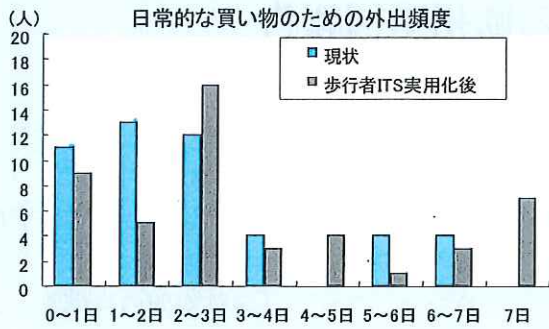


図-10 現在の外出頻度と、歩行者 ITS が実用化された場合に予想される外出頻度 (週あたり外出日数)

### 4.3 歩行者 ITS の利用への支払い意志額

実験に用いたシステムが全国で実用化したと想定した場合の、システムの利用 (携帯端末の購入) への支払い意志額について質問した結果は図-11のとおりです。

車いす使用者で概ね 5 万円、視覚障害者で 10 万円との回答が多く得られ、本システムに対する身障者の評価が高いことが伺える結果となりました。

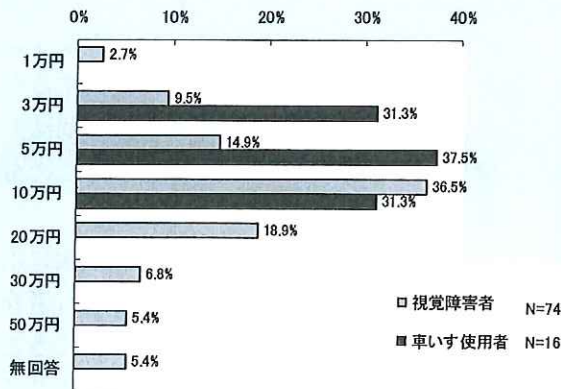


図-11 歩行者 ITS の携帯端末に対する支払い意志額

## 5. 今後の予定

今回紹介した Pseudolite や RF-ID タグを用いた歩行者 ITS は、実験の結果、視覚障害者及び下肢障害者の移動支援に十分に実用可能であると判断されます。

ただし、今回の実験は研究所構内のごく限られた場所において歩行実験を行ったに過ぎません。

今後は、実際の道路上でなるべく通常の単独歩行に近い状態で長期的な情報提供を行い、その有効性を検証するとともに、実用化・普及のために、

- ・ 各位置特定システムの比較・検討、周辺環境等に応じた役割分担の検討
- ・ 各位置特定インフラの配置及び設置方法の検討
- ・ デジタル地図の仕様の検討
- ・ 費用対効果の検討

等を行う予定です。

### 参考文献

- 1) 池田裕二、森望：IT 技術を活用した新たな歩行環境の創造に向けて -歩行者 ITS の開発-，土木技術資料，第 43 巻第 1 号，2001.1

池田裕二\*

森 望\*\*

国土交通省国土技術政策  
総合研究所道路研究部  
道路空間高度化研究室研  
究官  
Yuji IKEDA

同 道路空間高度化研究  
室長  
Nozomu MORI