

◆ 21世紀の新技術特集 ◆

IT技術による身障者の自立生活支援 —歩行者ITSの開発—

森 望* 池田裕二**

1. はじめに

21世紀を迎え、道路交通の世界にも、ITSの各種サービスの実用化に見られるような新しい変革が訪れようとしている。

VICSによる渋滞情報の提供は既に実用化されているところであるが、昨年にはETCのサービスも開始され、また、昨年11月から12月にかけて、スマートクルーズ21(Demo2000)が開催され、走行支援システムの公開実験が行われたところである。

ITSと言えば、自動車の運転を支援するものとの印象が強いかも知れないが、ITSは、①ナビゲーションシステムの高度化、②自動料金収受システム、③安全運転の支援、④交通管理の最適化、⑤道路管理の効率化、⑥公共交通の支援、⑦商用車の効率化、⑧歩行者等の支援、⑨緊急車両の運行支援からなる9つの開発分野の下に定義されている21のユーザーサービスによって構成されている。

一般の自動車へのサービスのみならず、商用車・緊急車両や、公共交通・歩行者を対象としたサービスも含まれている。ここで紹介する歩行者ITSの研究・開発は、⑧歩行者等の支援に該当するものである。

2. ITSによる歩行者支援の必要性

近年、高齢者・身体障害者等の自立した生活を確保するとともに、社会参加を支援することの重要性が増大しているが、高齢者・身体障害者の社会参加を支援するためには、その歩行に伴う身体的・精神的負担を軽減する必要があり、高齢者・身体障害者でも安全かつ快適に歩くことができる歩行環境を提供する必要がある。また、平成12年5月にいわゆる交通バリアフリー法が成立したことにより、今後、バリアフリー対応の歩行空間を提供することがますます求められる。

これまで、歩道の段差の解消や立体横断施設へのエレベーター・エスカレーターの設置など、バリアフリーな歩行空間を提供するための道路整備が進められているところであるが、今後さらに・段差の位置や道路を横断する地点の位置等の安全な歩行に必要な情報の提供
・目的地までの誘導
・バリアフリー経路に関する情報の提供などをを行う必要がある。また、少子化・国際化の進展も踏まえ、子供連れの歩行者や日本語が理解できない歩行者に対する情報提供も必要となると考えられる。

そのため、歩行者、特に身体障害者や高齢者といった道路の歩行に困難を感じる機会の多い歩行者等に対して、安全で快適な歩行を支援するための情報提供を行う歩行者ITSシステムの研究・開発を行っており、現在までに、歩行者ITSのサービス内容、システムが備えるべき要件等を整理し、システムの構成を検討したところであるので、ここにその概要を紹介する。

3. 身障者・高齢者の移動に関する問題の現状

3.1 身障者の移動を阻害する要因

世論調査によれば、身体障害者が日常生活の中で接するものや場所で困難を感じているものの中で工夫すれば利用しやすくなると思うこととして、第1位が道路の段差や信号、第2位が電車やバスなどの構造や乗り降りといった、移動上の制約になるものが挙げられている(表-1参照)。

表-1 障害者が問題と感じる事象
(H9「障害者に関する世論調査」総理府)

1. 道路の段差や信号	76.4%
2. 電車やバスなどの構造や乗り降り	68.5%
3. 住宅の構造	40.4%
4. 公共的な施設での点字表示や音声・文字案内	29.1%
5. 図書館やデパートなどの公共的な建物の構造	28.4%
6. 電気製品の使い勝手	19.2%
7. 日用雑貨品の使い勝手	18.1%
8. テレビや映画での場面の状況説明や字幕	15.3%
	N=1,654

視覚障害者の移動を支援するために、視覚障害者誘導ブロックの整備が進められており、視覚障害者の歩行のための重要な手がかりとして役立っているが、これらは歩行すべき位置や何らかの警告を意味しているに過ぎず、ブロックの先に何があるのかを示してはおらず、たとえ誘導ブロックが完全に設置されていたとしても、視覚障害者は、目的地までの経路や途中のランドマークを認識している場所でないと移動することはできない。

また、電波や磁気、赤外線等を利用した視覚障害者向けの誘導・案内システムも開発されている。これらには次のようないくつかの種類がある。

- ・ 磁気ブロックを感じると白杖が振動するもの
- ・ 交差点などで小型発信機のボタンを押すと、音声による案内が放送されるもの
- ・ 赤外線に音声情報をのせ、小型端末により受信するもの

このように、いくつもの異なるシステムが標準化されずに設置されているため、平成 11 年度に実施したアンケート調査によれば、以下のような問題が指摘されており、視覚障害者のニーズに対応しているとは言い難い状況にある。

- ・ 利用者は一つの端末を異なるエリアでは利用することができない
- ・ 利用者は、システム毎に使用方法をその都度学習しなければならない
- ・ 各システムは単一機能に特化しており、利用者の多様なニーズを満たしきれていない。

3.2 高齢者の交通事故

日本における交通事故による死者数は、ここ 10 年以内で比較すると、平成 5 年の 10,942 人をピークに減少傾向にあり、平成 11 年度の交通事故による死者数は 9,006 人であった。

一方、高齢人口の増加に伴って、図-1 に示すように、高齢者の交通事故による死者数は増加傾向にある。特に、歩行中に交通事故に遭遇し、死亡することが多く、高齢歩行者の安全対策は、緊急に解決すべき課題であると言える。

4. 身障者を含む歩行者の歩行に関するニーズ

歩行者に対して歩行を支援する情報を提供する

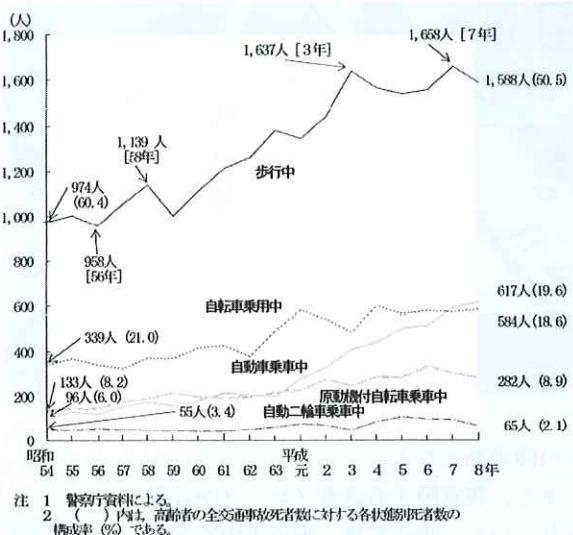


図-1 高齢者の状態別交通事故死者数の推移

ためには、歩行者はどのような情報提供を望んでいるのかを明らかにする必要がある。

平成 11 年度に、アンケートにより歩行者のニーズの調査を行ったところ、歩行者の特性別に次のようなニーズがあることが明らかとなった。

- ① 視覚障害者については、「歩行の際、「位置を特定すること」、「移動すべき方向を示すこと」が必要である。
- ② 車椅子使用者については、「バリアフリールートに関する情報が必要である。
- ③ 聴覚障害者には、特に緊急時において必要な情報を視覚的に得る手段が必要である。
- ④ 一般健常者に対しては、初めての場所を徒歩で移動する際に、「周辺の状況を表している地図」、「目印となる施設」、「目的地までの所要時間」、「自分の位置」などの情報が必要となる。
- ⑤ 高齢者のニーズは基本的には一般健常者のニーズと同じであるが、特に各機器の操作が簡便で、使いやすいものであることが必要である。

5. 歩行者 ITS の機能

身障者、特に視覚障害者及び下肢障害者のニーズから、歩行者 ITS に必要なサービス機能を検討した結果、以下のサービスを歩行者 ITS の必須要件としてシステムの開発を行うこととした。

① 障害物等の危険警告機能

視覚障害者は、段差や階段、車止め、電柱や標識等の、一般の健常者には何でもないものが歩行



図-2 横断歩道での案内

上の障害物となる。

また、視覚障害者誘導ブロックが設置されていない歩道では、歩道上の安全な歩行位置がわからぬいため、側溝に転落したり、車道にそれてしまったりすることが多い。特に横断歩道横断時には、横断歩道のはじまりがわからない、渡るべき方向がわからない、どこで横断歩道が終わったかわからない、横断歩道からそれてしまっても、そのことに気付かずに入差点内に迷い込んでしまうなど、非常に危険な状態に置かれてしまうことが多い。そのため、歩行者ITSにより、歩行を阻害するような障害物が近づいた場合や、車道等の危険な場所に迷い込んだ際に、警告をする機能が必要である(図-2参照)。

②場所属性情報の提供

視覚障害者は、何度も通ったことのある経路上ででも道に迷うことがある。また、道に迷っていない状態でも、周辺にどのような施設があるのかを知ることは困難であり、交通機関や公共施設や公衆トイレなどの施設を自由に利用することは難しく、このことが、視覚障害者の自立歩行を著しく阻害している。

車椅子を使用する下肢障害者は、トイレなどの施設を利用する際には、それがどこにあるのかだけでなく、その施設が下肢障害者に対応しているか否かの情報をあらかじめ入手しておくことが重要である。

そのため、自分が現在どこにいるのか、近くにバス停留所や駅はないか、トイレはどこにあるのか、車椅子に対応したトイレは近くにあるのかな



図-3 バス停での案内



図-4 車椅子使用者へのバリアフリー経路の案内

どの、自分のいる位置に関連する情報を提供する機能が必要である(図-3参照)。

○経路案内

視覚障害者は、単独歩行の際には、経路上の障害物や目印となるランドマークの情報からなる「メンタルマップ」を頭の中に思い浮かび、その情報をもとに目的地まで移動する。そのため、メンタルマップの作成されていない初めて訪れる場所に単独でたどり着くことは、非常に困難である。

また、車椅子を使用する下肢障害者には、車椅子が通行可能なバリアフリーな経路の情報を提供する必要がある(図-4参照)。

そのため、目的地までの経路を案内する機能も必要となる。経路案内については、既にカーナビゲーションシステムや携帯電話を利用したサービスが実現しているが、視覚障害者に対して経路案内を行うためには、右左折時や、歩道橋・地下道

等を利用する際には、ピンポイントかつリアルタイムに曲がるべき位置・進むべき方向を伝えることが必要である。また、車椅子使用者にはバリアフリールートを、視覚障害者には歩道の整備された経路や視覚障害者誘導ブロックの設置された経路など、利用者のニーズにあわせた経路案内が必要となる。

○位置特定

前述のサービスを行うためには、まず歩行者の自己位置を特定する必要がある。特に、視覚障害者への危険警告や経路案内を実現するためには、地図上の自己位置を、1m程度の精度で特定することが必要となる。

6. 歩行者ITSのシステムの構成

前章に記載したサービスを実現するために現在研究開発に取り組んでいるシステムは、歩行者ITSのインフラ機器と、利用者の携帯端末、携帯端末に提供する情報を保管・管理するセンターサーバーおよびそれらをつなぐネットワークにより構成されるものである。

インフラ機器と携帯端末により自分の位置と向きを特定し、それらを携帯端末のもつ地図情報とマッチングさせ、周辺情報の提供や警告を行う。

経路探索や周辺施設情報の検索はセンターサーバーがを行い、携帯端末に提供される。

歩行に関する地図情報等のデータベースについては、日本全国の地図情報を携帯端末に持たせることは非合理的なので、センターサーバーにデータベースを保管させ、必要に応じて携帯端末にダウンロードすることとする。

このシステムに必要な要素技術として、以下の項目についての研究・開発を行う。

6.1 位置特定手法

前述したとおり、歩行者、特に視覚障害者への情報提供のためには、既存の位置特定システムよりもはるかに高精度な位置特定機能が必要である。

必要な精度については検討する必要があるが、歩道の有効幅員が2m程度であることを考えると、1m以下の位置特定精度が必要であると考えられる。

- RTK-GPS (図-5)

基準点測量やカーナビゲーションシ

ステムなどに利用されている、GPS衛星を利用して位置を特定する。

カーナビゲーションシステムに用いられているような単独測位では、通常数十m~百mの誤差が含まれる。昨年5月に、GPS衛星のSAが解除されたことにより、その精度は飛躍的に向上したが、電離層や大気の影響により、現状ではやはり10m以上の誤差が残る。RTK-GPSは、この誤差を補正するため、あらかじめ位置が特定されている基準点におけるGPS衛星の電波の誤差情報をリアルタイムに提供することにより、数cm程度の精度での位置特定を可能に使用するものである。

しかし、RTK-GPSによって位置を特定するためには、少なくとも4つのGPS衛星からの電波を受信する必要があるため、上空が開けていないビル街や地下・屋内では利用できない。

また、補正情報を連続的にリアルタイムに提供する必要があるため、補正情報の取得の方法や、その配信方法をあわせて検討する必要がある。

さらに、現時点ではRTK-GPSの受信機は、アンテナ、処理装置とともに大きく、歩行者に携帯させるのは困難であり、小型・軽量な受信機の開発が大きな課題となる。

- Pseudolite (図-6)

ビルの谷間や地下・屋内等、GPS衛星の電波が受信できない地点において、GPS衛星が発する電波と同じ電波を発する機器を地上に設置し、位置を特定する。

ビル街の壁面等に反射した電波を受信することによる位置のずれをどうするか、GPS衛星からの電波との干渉をどう処理するかなど、技術的にも検討すべき課題が多い。また、受信機の大きさ・重量・価格、発信器の整備コストなどについても

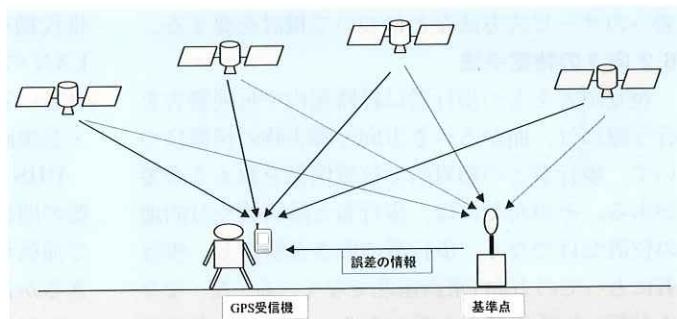


図-5 RTK-GPSによる位置特定

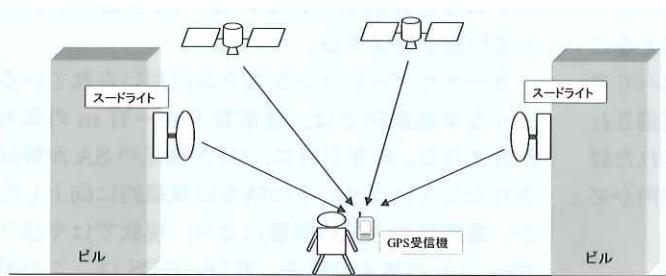


図-6 Pseudoliteによる位置特定

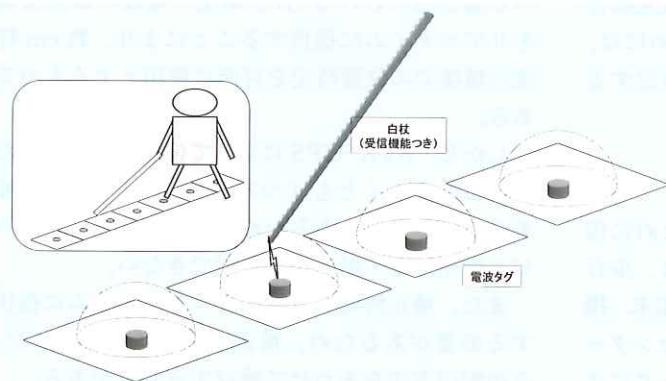


図-7 ID タグによる位置特定

課題が多く残っている。

- Bluetooth

後述する Bluetooth の端末を利用し、複数の端末からの電波強度から距離を計算して自己位置を推定する。

周辺環境による位置特定精度の変化等について検討を要する。

- ID タグ (図-7)

歩道等の歩行空間に、微弱電波を発信するタグを設置し、タグからの ID 番号により位置を特定する。

タグの設置間隔、設置コストやメンテナンスコスト、タグの設置場所からはずれてしまった歩行者へのサービス方法などについて検討を要する。

6.2 向きの特定手法

視覚障害をもつ歩行者に経路案内や危険警告を行なう際には、曲がるべき方向や障害物の位置について、歩行者との相対的な位置関係を教える必要がある。そのためには、歩行者と障害物や目的地の位置だけでなく、歩行者の向きを特定し、歩行者にとっての方向(東西南北ではなく、右・左・ななめ左等)を指示する必要がある。歩行者の向きを特定するために、以下の手法について検討する。

- 地磁気センサー

方位磁石と同様、地球の磁気により方向を特定する。周辺に磁気を発生する機器(高圧線、鉄道等)が存在した場合の影響を検討する必要がある。

- ジャイロコンパス

回転する物体の回転軸が常に一定であることを利用して向きを特定する手法であり、カーナビゲーションシステムの自律走行システム等に既に利用されている。

- 移動軌跡からの特定

高精度の位置特定機能を利用し、過去の歩行位置と現在位置との差から向きを特定する手法である。移動していない状態では向きが特定できないため、転倒したり向きを変えたりした際には移動すべき方向がわからず、危険警告には向かない可能性がある。

6.3 データ通信

地図データベースのダウンロードや経路探索等のために、携帯端末はセンターサーバーと接続し、通信を行う必要がある。そのデータ量や利用場面に応じ、以下の手法を用いることが考えられる。

- DSRC

5.8GHz 帯の電波を用い、特定の範囲内(20m程度)で通信を行う。ETC(自動料金収受システム)等に用いられている手法であり、既に研究・開発がすんでいるが、機器が大型で高価であるという問題がある。

- Bluetooth

2.4GHz 帯の電波を用いる手法で、出力が小さいため基地局設置の際の免許が不要であり、次世代携帯電話やパソコン・家電製品などの無線 LAN の構築などのために普及することが見込まれている。

- 公衆回線

PHS や携帯電話を用いて通信を行う。新たな機器の開発・設置が不要であり、日本中の広い範囲で通信が可能であるが、十分な通信速度が確保できるか否かが問題となる。

6.4 センターサーバー

目的地までの経路探索や周辺施設の検索、地図

データベースの配信などを行う。

7. 今後の研究

現在、土木研究所と共同で歩行者 ITS のシステムを開発する民間企業を公募し、選定したところであり、今後、以下の項目について共同研究を行う。

7.1 歩行者のニーズの分析

歩行者 ITS システムが持つべきサービス機能を検討するため、身障者へのヒアリング調査、アンケート調査、歩行実験、インターネットを用いた PR 及び意見募集等を行う。

歩行者のニーズは、視覚障害(全盲及び弱視)、下肢障害、聴覚障害等の障害の種類に応じて異なるため、ニーズ調査は歩行者の特性毎に行う。ニーズ調査の対象となる事項として、以下の項目が考えられる。

- ・警告が必要な障害物
- ・必要な位置精度
- ・警告メッセージの内容
- ・警告のタイミング
- ・検索が必要となる施設の種類
- ・必要な情報提供の頻度
- ・身障者が求める(歩行しやすい)経路の要件 等

この他に、視覚障害者の歩行速度や距離認識能力、車椅子を使用する下肢障害者の移動能力(段差の乗りこえ能力等)などの歩行特性の調査も並行して実施する。

7.2 システム構成の検討

前章で説明したシステムを構成する機器・ソフトウェア等の機能を検討し、各機器に必要な処理能力、必要な情報のデータベースのあり方、情報のフォーマット等を決定する。

検討が必要な項目として、以下を想定している。

- ・必要な位置特定精度
- ・方向の特定の精度
- ・位置・方向の特定に要する時間
- ・地図データベースに必要な地物
- ・地図データベースの構造
- ・警告のタイミング
- ・経路探索の際の経路条件 等

7.3 機器の開発

前章で紹介した各要素技術の研究及び機器の開発を行う。

7.4 技術検証実験の実施・評価

開発した機器・システムを土木研究所構内に設置し、機器の機能等の検証を行うとともに、被験者へのアンケート調査を行い、機器の使用性や歩行者 ITS のサービスのあり方について検証する。

実験終了後、各種の機器やその設置方法、設置密度、サービス内容等についての検討を行うとともに、各技術の比較・評価を行う。

8. 今後の展望

共同研究終了後、歩行者 ITS のインフラ機器についての技術的な項目を定めるため、「インフラ機器に関する技術仕様(案)」を策定する。

この仕様(案)に基づき、全国 10 カ所程度の都市において、実際にインフラ機器を設置し、歩行者 ITS の機器の使用性やサービスのあり方を検証する社会実験を実施し、社会実験の結果を踏まえ、歩行者 ITS に関する技術基準をまとめ、平成 14 年度に実用化を図ることを目標としている。

森 望*



建設省土木研究所道路部
交通安全研究室長
Nozomu MORI

池田裕二**



同 交通安全研究室研究員
Yuji IKEDA