

5-3 歩行者支援地理情報システム

5-3 *Universal Designed Mobility Support Geographic Information System for All Pedestrians*

矢入(江口) 郁子 猪木誠二

YAIRI Ikuko Eguchi and IGI Seiji

要旨

近年、歩行空間のバリアフリー化のための法制度や設備が国や自治体によって積極的に整備されているが、歩行空間すべてをバリアフリー化することは今後も困難であり、その代替手段としての移動支援への要望が高まっている。本稿は、移動支援の基盤となる歩行空間のアクセシビリティ情報を提供するシステム、歩行者支援 GIS に関する研究成果を紹介する。当 GIS は、移動支援の専用端末にとどまらず、携帯電話などのインターネット接続可能な普及端末を用いる障害者・高齢者を含むすべての歩行者に、目的地や経路の選択にかかわる大局的な歩行空間のバリア・バリアフリー情報を提供することを目指すシステムである。開発の難しさは、ビジネスとして成立・普及することを目指すために、ユーザの身体状況の違い・好みによって事物のバリア・バリアフリーの解釈が異なる点を乗り越えて、可能な限り多くの歩行者の要求と現実的なデータの調査・蓄積方法の双方を満たす歩道ネットワークデータの「ユニバーサルデザイン」を実現する点にあった。本稿では、ユニバーサルデザイン実現の考え方を示し、2 か所のプロトタイプ製作・評価実験・インターネット公開、商品化について示す。

This paper introduces Mobility Support GIS which provides the accessibility information of routes for all pedestrians including the disabled and elderly people. We have developed universal-designed data of barrier/barrier-free terrains and facilities which satisfies all pedestrians' needs for routes and area accessibility information retrieval, and collected the data of barrier/barrier-free objects in Koganei City (approx. 12 km²) and famous sight-seeing area of Kyoto (approx. 2 km²) by exploring roads. These prototype systems have intelligent user interface which offers suitable accessibility information to all pedestrians with different physical difficulties and preferences. Our final goal is to publish the GIS development knowhow as a guideline, to release software tools for developing and managing the GIS and to propose the universal database as a Japanese standard.

【キーワード】

ユニバーサルデザイン, 地理情報システム, アクセシビリティ, バリア, バリアフリー
Universal-design, Geographic Information System(GIS), Pedestrians, Accessibility

1 はじめに

近年、歩行者に移動の安心・安全にかかわる各種情報を提供し、移動を支援するユビキタスシステムの研究開発が目覚ましい[1]。本稿では、移動支援システムの強力な基盤となり得る、高齢者・障害者を含むすべての人を対象に、歩行空間のバリア・バリアフリー情報を提供する歩行者ナビゲ

ーション用 GIS (Geographic Information System) 研究の成果を報告する。歩行空間のバリア・バリアフリー情報を提供する歩行者ナビゲーション用 GIS 及び電子地図の研究はこれまで、自治体やボランティアを中心に、目的地や経由地になり得る店舗や公共施設の利用可能性を検索可能な電子地図が整備され、インターネット公開が進められてきたが、一部の障害者を対象としているのみで、

障害者・高齢者を含む多様な歩行者の身体状況に応じた歩行空間のアクセシビリティを検索可能なユニバーサルデザインの地図は実現されていない[2][3]。そこで我々は、障害者・高齢者をはじめとするすべての歩行者を対象としたユニバーサルデザインの歩行者ナビゲーション用 GIS の実現を目指し、2000 年より「歩行者支援 GIS」を提案し、研究を行ってきた[4]。本稿では、2 において歩行者支援 GIS の概要及び研究課題を述べ、3 に、プロトタイプ制作を通して検討された歩道ネットワークのユニバーサルデザインについて示す。そして、最後に研究成果の製品化についても紹介する。

2 歩行者支援 GIS

2.1 システムの概要

高齢者・障害者は、(1) 視覚・聴覚・下肢駆動機能の障害によって、移動の要素行動である空間認知・駆動・情報入手に問題が生じること、(2) 現状の社会環境下において歩行空間が提供し得るアクセシビリティが高齢者・障害者の身体状況に十分配慮されていないこと、の二重の理由から移動に困難を抱えている。健康な人や若い世代であっても、病気や怪我、重い荷物を抱えた場合など、一時的に移動に必要な能力が影響を受けさえすれば、容易に移動が困難となる。すなわち、程度の差はあっても、ほぼすべての歩行者が移動に関してバリアを抱えているといえる。移動中及び移動準備時に歩行空間のアクセシビリティを検索し、使用可能な施設・設備や通行困難な歩道などの地域のバリア・バリアフリー情報、ユーザの身体状況や場面に合わせた最適経路情報を入手することができれば、ほぼすべての歩行者にとって、移動の安全性や快適性、自由度が向上し、外出の機会が広がり、心理的・身体的な活性化が見込まれる。筆者らはこれらの背景を理由に、健常者を含むほぼすべての歩行者を対象に歩行空間のアクセシビリティ情報を提供するシステムを「歩行者支援 GIS」と呼び、その実現を目指した研究を行ってきた[4][5]。

図 1 に歩行者支援 GIS の概要を示す。当 GIS は、電子地図を管理する電子地図サーバ、歩行空間のアクセシビリティに関するデータを蓄積した

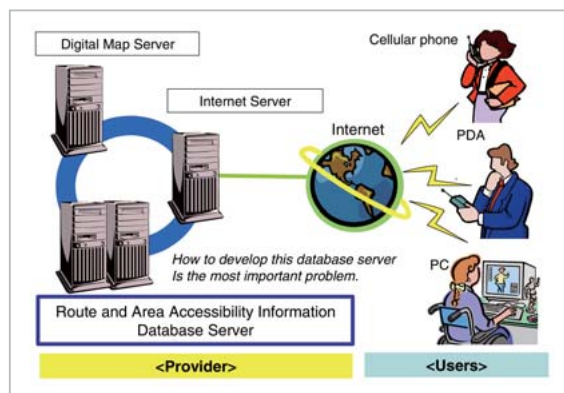


図 1 歩行者支援 GIS 概要

アクセシビリティデータベースサーバ、インターネット公開サーバから構成される。ユーザは PC 及び携帯電話、PDA などのモバイル端末を用いて、自宅や外出先、移動中に当 GIS にアクセスし、最適経路や地域のバリア・バリアフリー情報の検索、ナビゲーションなどのサービスを利用する。また、管理者の権限を与えられたユーザが、工事などによって生じた蓄積データと実際の歩道との相違を発見した場合に、使用する端末からサーバのデータを改変することのできる仕組みを持つ。

提案する歩行者支援 GIS は以下の特徴を持つ。

- <特徴 1>最短経路ではなく、歩行者の身体状況や場面を考慮した最適経路検索が可能である点
- <特徴 2>目的地の選択などの移動計画のために、施設だけではなく、歩道のバリア・バリアフリー事物までも検索可能である点
- <特徴 3>障害者・高齢者だけではなく、健常者を含むほぼすべての歩行者を対象とした情報提供が可能なユニバーサルデザインである点

2.2 歩行者支援 GIS 実現への課題

歩行者の障害の種類や程度などの身体状況の違いによって、バリア・バリアフリーとなる事物は異なる。また例えば歩道橋は、車いす利用者にとっては乗り越えられないバリアであるが、重度の視覚障害者にとっては自動車と隔離されることでバリアフリーとなるなど、概念の入れ替わりも起こる。そのため、例えば手動車いす利用者の車いすのサイズや機能からの限界に特化して車いす

利用者のみへの情報提供を目指すのであれば、システムへの要求仕様は単純となるが、対象ユーザー層を広げるに従って複雑さを増す。しかし、本研究ではあえてすべての歩行者を対象ユーザーとするという未踏の課題に挑む。そして、GIS エンジンに依存しない、概念レベルでの歩道ネットワークデータと、そのユニバーサルデザインを提案することを目指す。

図2に提案する歩道ネットワークデータの概要を示す。歩道ネットワークデータは、歩行者が通行可能な歩道を表わすライン、ラインを継ぐ点としてのノード、ラインにリンクされるポイントから構成される。車道をはさんで両側に歩道がある道路だけでなく、車両が通行可能なすべての道路に対して、歩道を想定した2本のラインが整備される。また、その歩道の間を横断する手段としての横断歩道や歩道橋、交差点にもラインがそれぞれ整備される。ラインは、歩道のバリア・バリアフリー事物に関する情報をデータ属性として持つ。ノードはラインを継ぐ点である。ノードは、各交差点に整備されるだけでなく、属性が異なるため同一ラインとして記述できない場所でラインを分割することにも用いられる。ノードは座標を持ち、二つのノード間のベクトルとしてラインが定義される。ポイントは、位置情報が必要な、施設などのバリア・バリアフリー事物に関する情報をデータ属性として持つ。近傍のラインにリンクされ、経路情報の検索にも用いられる。

2.3 歩道ネットワークデータのユニバーサルデザインの考え方

既存のバリアフリーマップでは、施設情報を中

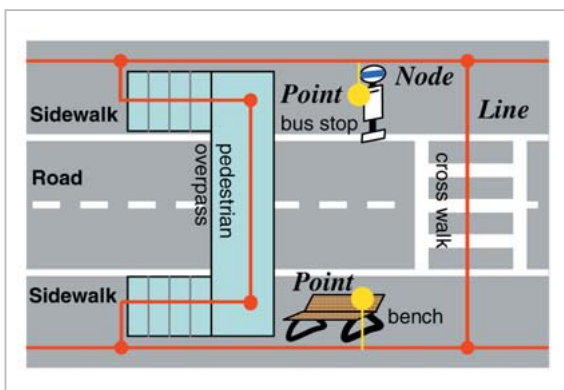


図2 歩道ネットワーク概要図

心としたポイント属性が検討された例が多く、歩道の歩行しやすさに関するライン属性に関して、すべての歩行者を対応としたユニバーサルデザインが検討された例はない。そこで本研究では、歩道の歩行しやすさに関するライン属性の設定を中心に歩道ネットワークのユニバーサルデザインの検討を行う。ラインのデータ属性としての「歩行しやすさ」の記述の考え方には表1の2種類がある。それぞれにメリット・デメリットがあることから、2種類の融合によって、ユーザーの多様な検索要求への細やかな対応と、現実的な調査方法のための物体の記述の簡略化の双方を実現することを目指す。

3 歩道ネットワークデータのユニバーサルデザインの実現

3.1 小金井 GIS プロトタイプ制作

東京都小金井市全域及び JR 国分寺駅北口付近(国分寺市)を含む約 12 km²の地域を対象に、歩行者支援 GIS のプロトタイプを作成し、歩道ネットワークデータのユニバーサルデザインの検討を行った。

3.1.1 ユーザ調査によるデータ属性設定

製作に先立ち、各種歩行者にとって、歩行空間中の何がバリア・バリアフリーとなり、アクセシビリティが決定されるのかを調べるため、14名の障害者・高齢者及び7名の健常者に、一部路上への同行も含めてヒアリングを実施し[4]、歩道ネッ

表1 ライン属性の2種類の記述法

	A. 歩行空間構成オブジェクトの記述	B. アクセシビリティの解釈の記述
特徴	歩道の傾斜・幅・厚、歩車道境界の形態、車線数などのバリア・バリアフリー事物の物理量・種類の詳細を記述する方法	バリア・バリアフリー事物の関係を調査者が解釈し、「電動車いす歩行不可能」、「高齢者快適な歩行」と言った評価を記述する方法
メリット	ユーザーの多様な検索要求に自由度高く対応できるデータ構造である点、アクセシビリティに関する知識がなくともデータの収集が可能である点	物体の詳細な記述をすることなく、歩行しやすさを表現可能である点、障害者・高齢者自身が実体験を持ちよってデータの収集が可能である点
デメリット	物体とその記述の詳細さと、現実的な調査方法との間にトレードオフがある点	調査にアクセシビリティの高度な知識を要する点、データに調査者の主観が入る可能性が高い点、ユーザーの多様な検索要求への対応の自由度が限定される点

ある場所に新たにノードとラインが整備されるようにした。作業には約 80 人日を要した。高齢者・障害者のアクセシビリティに関する高度の知識を持たない、主婦や技術者が調査主体であった。

調査を行った結果、(1) 始末端点に頻発する信号や段差、急な切下げなどに関する属性をノードに定義し、2~4 ラインで情報を共有させたが、実際にはラインごとに属性が異なる場合もあるため、ノードにこれらの属性を持たせるべきではないこと、(2) 調査時に調査票の記入に戸惑うなど、属性に関する用語の定義のあいまいさ、調査マニュアルの不備があること、(3) 人通りの少ない一般住宅街での調査時に、地元住民に不信がられ、心理的に負担となること、が問題となった。(1) に関しては、実際に実装時にはラインの属性とすることで回避した。(2) については調査員と問題を具体的に協議し、その結果を調査票と調査マニュアルに反映した。(3) については、調査に自治体や住民を巻き込んだり、周知して理解を得るなどの活動が必要であろう。

地図制作専門の CAD オペレータが、CAD を用いて、電子地図を背景にライン、ノード、ポイントのマッピングを行った。具体的には、調査員が調査時に携帯し、ノード・ラインの追加や削除、ポイントの位置・番号指定を書き込んだ紙の地図と、調査員が CSV 形式で電子化した収集データを基に、電子地図にライン・ノード・ポイントを書き込み、収集データをリンクさせ、位置座標を持った歩道ネットワークデータを生成し、使用する GIS エンジン、InetMap 向けのデータフォーマットに変換し、データベースに格納した。ラインは 9150 本、ポイントは 1416 個、データベースに格納した状態での歩道ネットワークデータの容量は約 25 Mbyte であった。

マッピング作業を行った結果、(1) 調査員による紙の地図への書き込みを元にしたポイントやノード位置の再現が困難であること、(2) 調査員が書き込みを行った紙の地図と電子化された収集データとの間に、番号の間違いやデータの欠損などの齟齬(そご)があることがマッピング作業で初めて判明すること、が問題となった。(1) (2) の回避のためには、調査者がデータの電子化だけでなく、マッピング作業まで実施することが望ましいことが分かった。地図制作専門の CAD オペレー

タでなくともマッピング作業を可能とするデータ整備システムの制作が課題となった。

3.1.3 実装と評価

整備した歩道ネットワークデータを評価するために、市販の GIS エンジン (InetMap) をカスタマイズし、バリア・バリアフリー事物検索インタフェース及び最適経路検索機能とそのインタフェースを実装した。図 4 に検索パラメータ設定インタフェース画面を示す。画面上部は、ユーザがライン属性のどの項目をアクセシビリティ評価に用いるかどうかを設定する部分で、図中では「ライン種別を評価する」よう、チェックボタンが選択されている。画面右下は、ライン種別ごとの通やすさを設定する部分である。図中では坂、階段、エレベータに「通りにくい」を選択している。画面左下は、通やすさの重み付けを設定する部分である。図中では、「通しやすい」「普通」「通りにくい」「通れない」の 4 段階のそれぞれについて、快適さの指数(普通を「1」、通れないを「0」とした点数付け)、歩行時の時速が設定されている。

このようにデータの各属性とその項目についての重みがユーザ個人ごとに設定された最適経路検索パラメータを用い、ダイクストラ法^[6]を適用して、最適経路が検索される。図 5 に、電動車いす使用者と杖使用者について、筆者らがヒアリング結果を基に一般的なユーザ想定して作成した検索パラメータを用いた検索結果を示す。杖使用者は踏切を避け、歩道橋を利用して線路を越える。そして、人混みと一方通行を避け、住宅街を通り、目的地へ向う。電動車いす使用者は、踏切を渡り



図4 検索パラメータ設定インタフェース

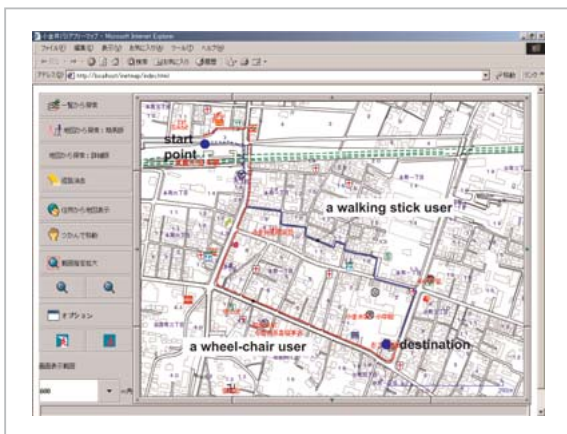


図5 最適経路検索画面例

商店街を抜け、ガードレールが設置され歩道車道区分が明確な歩道を通り、目的地へ向う。

作成した GIS プロトタイプに蓄積されたデータが、多様な身体状況を持つ歩行者の要求を満たすことを評価する実験を行った[4]。実験には、脊椎カリエスや脊髄損傷、パーキンソン病など多様な原因による下肢駆動機能障害者、ろうや難聴などの聴覚障害者、視野欠損や片目失明など弱視の視覚障害者、合計 24 名(20 代~70 代)が参加し、一人当たり、4~5 時間を要した。実験の結果、不足するデータとして挙げられた項目は、「工事、事故、天候などの動的な情報」「観光・ショッピングなどの娯楽情報」「店舗、商業施設内のトイレ・休憩所情報」であった。公的な歩道上の静的な情報に関して、不足とされるものはなく、全被験者の要求を満たすことが分かった。また、現地の写真の整備が重要であることも指摘された。

3.2 京都東山地区版 GIS プロトタイプの制作

小金井版のプロトタイプ作成及び評価によって指摘された問題点・要望を基に改良を行い、京都市東山地区の一部、清水寺、知恩院、高台寺、祇園、四条、白川などの人気の観光スポットを数多く含む約 2 km²のエリアの歩道ネットワークを整備し、GIS プロトタイプを作成した。

3.2.1 データ収集と実装

小金井版の歩道調査作業やデータ整備作業及び被験者実験で指摘された問題点・要望を基に以下の改良を行った。

<改良点>

- 図 3 中のノード属性を 3.1.2 に述べた理由か

らラインに移行

- 調査のしやすさの観点から、属性に用いる用語・分類を見直し
- 移動の「わかりやすさ」のアクセシビリティに関係する、国道・県道などの幹線道路沿い、公共交通機関の駅・路線沿いなどの地域属性を追加。既存の地図から読み取れる属性のため地図を利用して整備
- データの質の向上のため、調査・データの電子化・マッピングを同一人物が担当
- ポイント情報に閲覧用写真を可能な限り整備
- 地下街、地上、ペデストリアンデッキ、建物内部などの階層構造を表現するための属性を追加

改良して作成したデータ構成概要を図 6 に示す。対象地域の私道を除く全道路を調査し、データを収集した。作業には約 40 人日を要した。小金井版と比較して対象地域の面積が 6 分の 1 であるのに対し、作業量が 2 分の 1 にしかなかった。その理由には、整備されたラインの本数が小金井版は 9,150 本であるのに対し、京都版は 4,882 本であったことから明らかな、京都東山地区の街区の細かさがある。また、調査を CAD オペレータに依頼することで、調査・収集データの電子化・マッピングの一連の作業は同一人物によって実施し、3.1.2 で指摘された問題の対処を行った。特殊技能を持たない一般の人々に調査・収集データの電子化・マッピングの一連の作業を実施してもらうための仕組みは今後の課題である。また、京都東山地区では、観光地という土地の特性

ライン (ID, 緯度・経度, 距離)		ポイント (ID, 緯度・経度)	
種類・機能	階段・エスカレータなど 鉄道・車道横断路など	施設名	施設名称, 出入口の設備, トイレの設備, 授乳室, 休憩所, 公衆電話, 館内の点字対応や音声・ 音響案内, サービスの手話 対応や外国語対応 などの有無とその詳細
歩道	始末端 歩道幅, 横断・縦断傾 斜, 踏切の設備, 信号 の設備, 電柱, 植込み 街路樹, 点字ブロック, 手すりなど	バリアフリー	バリアフリー 段差, 急な傾斜, 凹凸, 歩道幅 80cm 以下の地点, など歩行の障害となるもの
歩車道境界	境界の有無と種類(白線・ガード レールなど), 植込込み・街路樹, 柱, 最大開口幅, 歩道厚, 切下げ と傾斜(縦断方向・横断方向), 自転車専用道と境界の種類など	歩道の バリアフリー	バリアフリー 公共トイレ, 休憩所, 公衆電話, Fax サービス, 案内版や案内図とその音 声誘導・点字対応, 触地図 など移動中に役にたつもの
車道	車線数(鉄道の場合, 軌道数), 一方通行と方向の時間変化など	歩道の バリアフリー	バリアフリー バス停(屋根の有無, ベンチ, 点字ブロック, 案内表示の点字対応など) 駅構内出入口(階段・段差, エレベータ, 案内表示の点 字対応, 音声誘導など)
領域属性	歩道橋・地下道・陸橋, ビル・地下 街・広場, 坂道・川沿い・バス路線, 商店街・住宅地・オフィス街, 遊歩道スクールゾーンなど	バリアフリー	バリアフリー 写真, 観光情報, URL, 調査者のコメント など
時間変化	人・自転車・自動車交通量, 横断 歩道外での横断, 歩行者の車道 通行, 車いす通行困難な駐輪・ 駐車・看板・店舗はみだし・ゴミ 集積所, 夜間照明など	詳細	写真, 観光情報, URL, 調査者のコメント など

図6 京都改良版データ構成概要

からか、地元住民に不信がられ、心理的に負担となるというトラブルは報告されなかった。

整備した歩道ネットワークデータを評価するために、小金井版と同様の市販の GIS エンジン (InetMap) をカスタマイズしたインタフェースを実装した。図 7 にバリア・バリアフリー事物を検索し、八坂神社の施設情報を表示した例を示す。

3.2.2 評価実験

作成した京都版 GIS プロトタイプが、移動困難な歩行者のナビゲーションに役立つことを評価する実験を行った。被験者の内訳は、電動車いす利用者 7 名、手動車いす利用者 3 名の計 10 名であった。実験は京都東山区の祇園周辺、図 8 に示す和順会館をスタート地点、白川南通を折り返し地点とし、往路は作成したプロトタイプによって検索された車いす利用者向けの最適経路 (距離、約 825 m)、復路は健常者向けの最短経路 (距離、約 575m) を、実際に被験者に走行してもらう方式で実施された。対象領域内からこの経路が選択された理由は、困難は伴うが、健常者向けの最短経路も走行不可能ではないこと、そして実験中の安全及びトイレ等の休憩施設の確保が保証されることからである。実験では、(1) 往路の車いす利用者向けの最適経路を走行する過程、(2) 復路の健常者向けの最短経路を走行する過程、(3) 走行終了後、システムにふれる過程で、被験者ごとに自由発話の聞き取り調査を行い、以下の項目について評価した。

項目 1：最適経路検索機能の有効性

項目 2：データ未整備のバリア・バリアフリー事



図7 京都観光地版プロトタイプ、バリア・バリアフリー事物の検索例



図8 京都版被験者実験ルート

物の指摘

項目 3：最適経路検索パラメータ設定の妥当性

その結果、項目 1 については、9 名が「有効かつ必要」と回答した。「有効だが不必要」と評価した 1 名は、その理由を「普段から移動のための事前準備の必要性がないため」と回答した。項目 2 に関しては、往路 (最適経路)・復路 (最短経路) とともに共通の、和順会館と大通りの信号の区間の坂、石畳、スロープを、すべての被験者が通りにくいバリアと回答するなど、被験者の身体状況及び好みによってバリア事物の指摘がなされたが、データとして未整備の事物の指摘は皆無であった。項目 3 については、すべての被験者が「最適経路のほうが人通りが少なく通りやすくはあるが、最短経路のほうが好き」と答えた。その理由としては、「最適経路は裏通りで雰囲気が悪い」、「迂回が多いので迷う」、「観光地なのだから表通りを通りたい」という意見が挙げられた。観光地という特性を生かした最適経路の検索、分かりやすい経路の検索の開発は今後の重要な課題である。

4 システム実用化

4.1 商品化

プロトタイプ製作・被験者実験・インターネット公開の成果を受け、2004 年 11 月、株式会社昭文社より、歩行者支援 GIS 作成のためのデータ入力システム (図 9) とインターネット公開用のデータ閲覧システム (図 10) の 2 商品が販売開始された。図 10 は筆者らが収集した京都 BFM のデータ



図9 株式会社昭文社より販売された歩行者支援 GIS データ入力システム



図10 株式会社昭文社より販売された歩行者支援 GIS 閲覧システム

を基に、健常者と電動車いす利用者の清水寺から高台寺までの最適経路を検索した例である。

4.2 GIS 導入の効果

歩行者支援 GIS の導入・運用は、「基本方針の検討」「システムの構築」「利用者の声への対応」の

三つの段階に分けられる。生活者に真に使われるシステムを目指すためには、街の変化や機能追加の要求などに継続的に対応する必要がある。そのため筆者らはシステムを、自治体による導入と、その地域の生活者による継続的運用とによって実用化しようと考えている。歩行者支援 GIS を自治体と地域の生活者とが一体となって継続的に運用し、システムを育てる過程は、情報通信技術を地域に応用した新たな観点からの“住民参加型の街づくり”といえる。その効果には、移動が安全・快適になるという直接的効果だけでなく、(1)歩行空間のバリア・バリアフリー情報に基づく歩道整備資源の効率的配分、(2)データ収集、データの更新、サービス提供に障害者が参画し対価を受け取る仕組みによる新たな雇用創出、(3)データ整備・メンテナンス用機器の市場の創出、(4)身体状況の異なる歩行者間の相互理解とバリア・バリアフリーの啓発、(5)生活者の意識が高まり歩道の隅々まで目が行き届くことで歩行空間の整備が進み、地域の景観が向上し、ひいては防犯にもつながるといった副次的効果も予想される。

5 おわりに

本稿では、高齢者・障害者をはじめとするすべての歩行者に、歩行空間のアクセシビリティ情報を提供する歩行者支援 GIS 研究について報告した。具体的には、データ構造のユニバーサルデザインの検討、プロトタイプ製作・評価実験及び商品化の成果を示した。

参考文献

- 1 矢入(江口)郁子, “歩行者 ITS—情報通信技術を駆使した移動支援への新展開—”, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.7, No.1, pp.27-32, 2005.
- 2 みちなびとよた 全国バリアフリー情報: <http://www.michinavitoyota.jp/junc06.html>
- 3 内閣府, 都道府県・指定都市バリアフリーマップ等ホームページ一覧: <http://www8.cao.go.jp/souki/barrier-free/link/bfmapken.html>
- 4 矢入(江口)郁子, 吉岡 裕, 小松正典, 猪木誠二, “歩行者支援 GIS のための歩行空間アクセシビリティ情報の蓄積と評価”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.5, No.4, pp.17-23, 2003.
- 5 矢入(江口)郁子, 猪木誠二, “高齢者・障害者を含むすべての歩行者を対象とした歩行空間アクセシビリティ情報提供システムの研究”, 特集「ユビキタス ITS とモバイルアプリケーション」, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.12, pp.2940-2951, 2005.

- 6 E. Dijkstra, "A note on two problems in connexion with graphs", Numerische Mathematik 1, pp.269-271, 1959.
- 7 <http://bfms.nict.go.jp/kyoto/>
- 8 矢入(江口)郁子, 奈良博之, 猪木誠二, "歩行者のアクセシビリティ向上のためのGISと地域コミュニティによる運用の提案", ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.7, No.4, pp.463-475, 2005.

**矢入(江口)郁子**

知識創成コミュニケーション研究センターユニバーサルシティグループ研究マネージャー(旧情報通信部門けいはんな情報通信融合研究センターユニバーサル端末グループ主任研究員)
博士(工学)
福祉情報工学、ヒューマンインタフェース

**猪木誠二**

研究推進部門統括(旧けいはんな情報通信融合研究センター長)
博士(工学)
福祉情報工学、ヒューマンインタフェース