

I-4 数値地図 2500 を用いた 道案内地図作成支援システムの研究開発

Fundamental Research of System for Producing Guide Map by using Digital Map 2500

田中成典*
Shigenori Tanaka

古田均*
Hitoshi Furuta

物部寛太郎**
Kantaro Monobe

【抄録】 近年, コンピュータ技術の進歩に伴い, 電子地図が注目されてきた. 電子地図の用途の一つに, 道案内地図としての利用がある. 道案内地図は, 現在, Web や携帯端末を通じて提供され, ニーズが高まりつつある. しかし, 道案内地図の作成には, 多大な時間とコストを必要とするため, 一般のユーザが作成することは困難である. 本研究では, 国土地理院刊行の数値地図 2500 (空間データ基盤) を用いることによって, 高度な機材や専門的な知識を必要とせず, 誰もが容易に素早く道案内地図を作成できるシステムの研究開発を目的とする. 数値地図 2500 (空間データ基盤) を利用することにより, 道案内地図作成の時間とコストの削減を目指す. また, 認知地図の考えに基づく地図形状の簡略化を行うことにより, 利用者にとって理解しやすい道案内地図の作成を試みる.

【Abstract】 For the advance of computer technologies, digital map has been noticed in recent years. An electronic map is used as guide map very well. A guide map is provided through Web or a mobile phone now, and its needs are increasing. However, a lot of time and cost are needed to produce a guide map. Therefore it is difficult for general users to make a guide map. The purpose of this research is a development of the system that can generate a guide map by using the Digital Map 2500(Spatial Data Framework) of the Geographical Survey Institute publication. This system does not need advanced equipments and expert knowledge. Therefore, everyone can create a guide map easily and quickly. By using the Digital Map 2500(Spatial Data Framework), the time and cost are decreased to generate a map. Moreover, simplifying map form based on the idea of a cognitive map, it is possible to make a guide map that is easy to understand.

【キーワード】 GIS, 数値地図 2500 (空間データ基盤), 認知地図, 道案内地図

【Keywords】 GIS, Digital Map 2500(Spatial Data Framework), Cognitive Map, Guide Map

1. まえがき

今日の情報技術の進展に伴い, 紙などのアナログデータでの利用がほとんどであった地

図がデジタル化され, コンピュータ上で利用できるようになった. 数年前であれば, 一般のユーザが, デジタル化された地図, いわゆる

* 関西大学 総合情報学部

〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1 (TEL) 0726-90-2404 (FAX) 0726-90-2491

** 関西大学大学院 総合情報学研究所

〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1 (TEL) 0726-90-2404 (FAX) 0726-90-2491

る電子地図をコンピュータ上で扱うことは考えられなかった。その理由としては、膨大なデータ量を持つ電子地図を扱えるほどコンピュータの性能が高くなかったことや、電子地図のデータが整備されていなかったことがあげられる。しかし、最近のコンピュータの急速な高性能化や地図データの整備によって、誰もが電子地図を容易に利用できるようになった[1][2]。

電子地図の用途は、カーナビゲーションシステム、防災システムや市場調査など非常に多岐にわたり、我々の生活にも馴染みのある存在となってきた[3][4]。このように、多くの分野で利用される電子地図の用途の一つに、道案内地図としての利用がある。

現在、道案内地図を Web や携帯端末を介して提供するサービスが行われており、電子地図の道案内地図への活用が進んでいる。道案内地図を作成するためには、膨大な地図情報の中から、道案内に必要な情報のみを抽出す

ることが求められる。既存の研究としては、インターネットによる道案内インタフェースに関する研究[5]や携帯端末向けの道案内図作成システムに関する研究[6]がある。これらの研究では、システム管理者が事前に道案内地図データを作成しておく必要があり、その作業には多大な時間とコストを要する。

そこで、本研究では、国土地理院刊行の数値地図 2500 (空間データ基盤) [7] (以下 数値地図 2500) を利用することにより、道案内地図作成の時間とコストの削減を可能とする。また、人間が頭の中で描いていると考えられている認知地図の考えに基づく地図形状の簡略化を行うことにより、利用者にとってわかりやすい道案内地図を作成することができる。本研究では、誰でも簡単に道案内地図を作成できることを目標に、数値地図 2500 を簡略化することによって、道案内地図の作成を支援するシステムの開発を目指す。

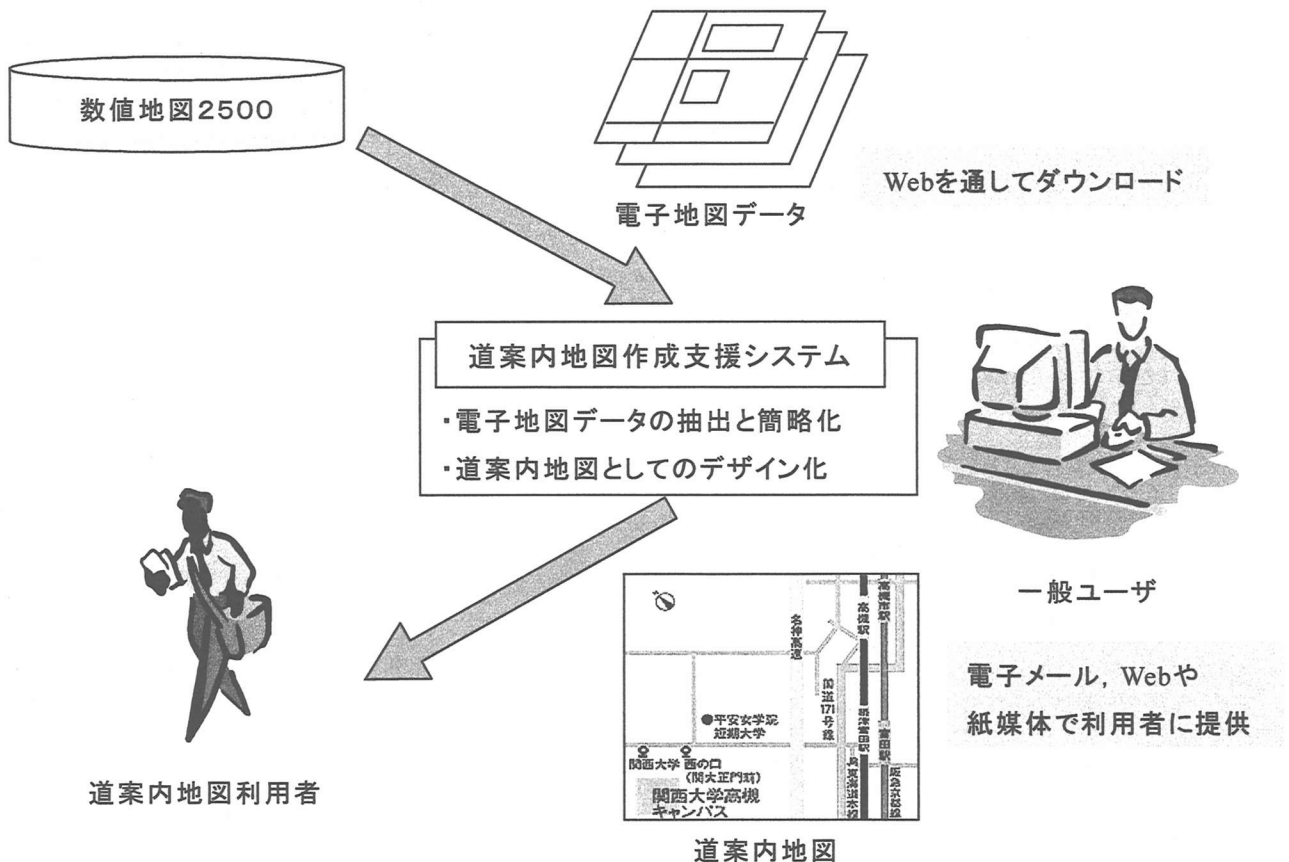


図1 システムの構想

2. システムの概要

本研究では、数値地図 2500 を元データとして、地図データの簡略化とデザイン化を行うことにより、道案内地図の作成を支援するシステムを開発する。本システムの構想を図 1 に示す。本システムでは、人間が脳内で描いていると言われている認知地図の考えに基づいて、1) 地図情報の抽出、2) 不要な地図情報の削除、3) 地図形状の変形、4) 道案内地図の体裁形成、5) 道案内地図の出力、の 5 つの処理により地図の簡略化を実現する。本システムの流れを図 2 に示す。

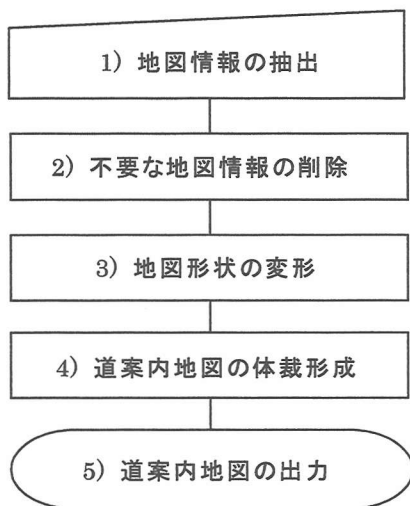


図 2 システムの流れ

3. システムの詳細

3.1 地図情報の抽出

本システムでは、国土地理院刊行の数値地図 2500 を道案内地図の元データとして利用する。数値地図 2500 を用いる理由としては、全国的にデータが整備されていること、データの信用度が高いこと、縮尺が道案内地図の利用に適していること、などが挙げられる。さらに、2002 年 3 月 20 日からは、国土地理院の Web ページ (<http://www.gsi.go.jp>) からデータを無料でダウンロードすることが可能になり、より容易に利用することが可能になった。数値地図 2500 では、データが一定

の図郭ごとに格納されている。そのため、本システムでは、予め道案内地図を作成する地域が含まれる地図データを持つ図郭ファイルとの関連付けを行っておく。

本システムで扱う数値地図 2500 のデータ項目としては、利用者が目的地に到達するための目印として最低限必要な「道路中心線」、「鉄道や駅」、「建物」や「河川」を抽出する。データ抽出後、道案内地図の出発地と目的地の 2 地点を含む地図領域を表示する。

3.1.1 ノードの表示

数値地図 2500 において、道路中心線は、ノードデータとノード間の接続関係データの 2 種類のデータによって表されるため、まず、ノードを配置する必要がある。ノードを配置するためには、数値地図 2500 の「ROADNTWK.NOD」ファイルに格納されているノードのデータを用いる。ノードの座標データを用いて、ノードを表示する。

3.1.2 道路中心線の表示

道路中心線は、数値地図 2500 の「ROADNTWK.TIE」ファイルに格納されているノード間の接続関係データを用いて表示する。ノード間の接続関係を用いて、前項で表示した各ノードを線で結ぶことで道路中心線を表示する。ノードと道路中心線の表示例を図 3 に示す。

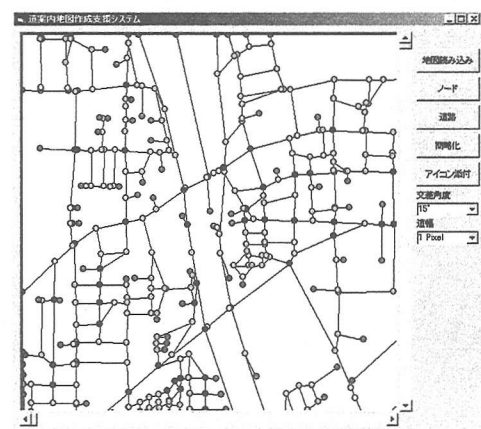


図 3 ノードと道路中心線の表示例

3.2 不要な地図情報の削除

道案内地図を作成するためには、出発地と目的地、それら2点を結んだ最良ルート、そしてルート上で目印となる建物の3種類の情報が最低限必要である。それに対して逆に、道案内の妨げとなる情報もある。そのような道案内地図に不必要な情報は削除する。

道路データの中で道案内地図に不必要な情報として、行き止まりとなっている道路がある。そのような道路を地図上から削除することによって、地図はより見やすくなり、利用者にとって扱いやすくなる。

本システムでは、ノードレコードの図郭と端点タグのデータを用いて、1つのノードのみと接続しているノードが構成する道路線を行き止まりであるとみなし、その道路線を削除する。不必要な道路の削除を行った例を図4に示す。

3.3 地図形状の変形

数値地図 2500 のデータを道案内地図として用いるためには、地図形状の簡略化が必要である。本システムでは、人間の空間認知特性の一つである認知地図の考えに基づいた地図形状の変形を行う。

3.3.1 認知地図

認知地図とは、人間の日常活動によって蓄積された膨大な空間構造や場所に関する記憶のことである。人間の記憶には限界があるため、認知地図に地理情報を要領よく簡略化して記憶している。そのため、現実世界の地理情報と頭の中の認知地図の間で差が生じる。そのもっとも代表的な例が、交差点の直行化現象[8]である。

交差点の直行化現象とは、交差点の交差角度が直角でなくても、それを直角であると判断する空間認知である。英国のバーン(Byrne, 1979)の報告[9]によると、60~70度の交差角度をもつ交差点と110~120度の交差角度をもつ交差点を頭の中では90度として記憶している人がほとんどである。バーンが行った実験結果を表1に示す。

表1 交差点角度の推定の頻度分布

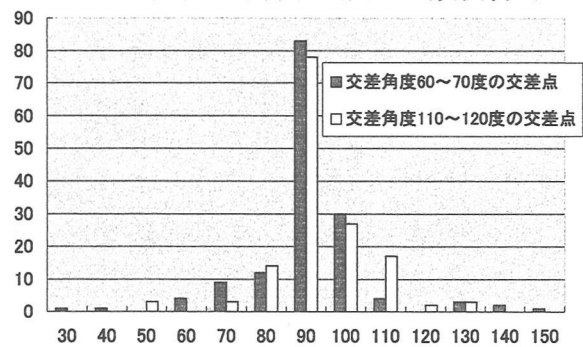


図4 不必要な道路線の削除例

このように、現実世界の地理情報と脳内で生成される認知地図との間には、誤差が存在することが分かる。そこで、道案内地図を理解しやすくするためには、人間の空間認知を考慮した地図を作成することが必要になる。

交差点の直行化と同様に、実世界では少し角度のある曲がり角でも、脳内では直線であるとみなす処理[10]が行われている。そこで本研究では、僅かな曲がり角を持つ道路線を全て直線に変形することによって、地図形状の簡略化を行う。

3.3.2 道路線のセグメント化

本システムでは、僅かな曲がり角を直線化するため、不必要なノードを減らすことによって道路線のセグメント化[11]を行い、地図形状を簡略化する。セグメント化の例を図5に示す。

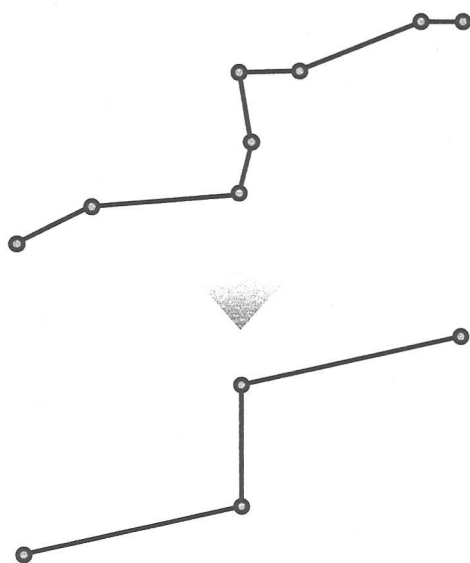


図5 道路線のセグメント化の例

セグメント化は、まず、連続している2つの道路線を抽出して、それらの交差角度を求める。次に、交差角度が、ある一定以上の場合に、中央のノードを残り2つのノードを結んだ線上に移動することによって直線化する。ノードの移動は、式(1)を用いて行った。

$$\left. \begin{aligned} X &= (a(Y_2 - Y_1) + X_2 + a^2 X_1) / (a^2 + 1) \\ Y &= aX + Y_1 - aX_1 \\ a &= (Y_3 - Y_1) / (X_3 - X_1) \end{aligned} \right\} (1)$$

この式(1)を用いて行う処理(図6)を全ての道路線において繰り返すことによって、地図の簡略化を行う。

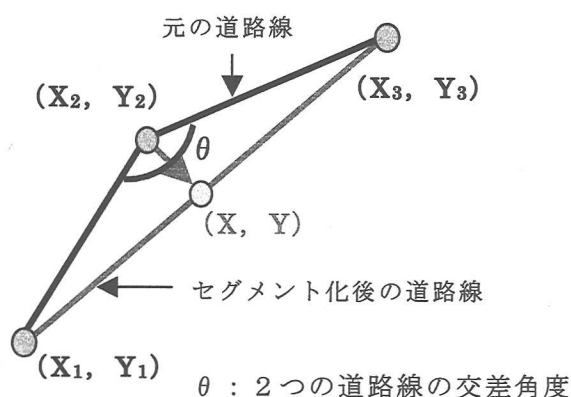


図6 セグメント化処理

セグメント化の基準となる交差角度の最適値は、簡略化を行う地図形状によって異なる。そこで、あらかじめ用意されたいくつかの交差角度で簡略化を行い、地図の作成者が、最も道案内に適している簡略地図を選択し、道案内地図として利用する。

3.4 道案内地図の体裁形成

道案内地図を利用者にとって分かりやすいものにするためには、地図における重要部分を強調する必要がある。そこで、最適ルートの道路線の幅を太くする処理や重要な建物を強調する処理を行う。強調する建物は、出発地と目的地の建物、方向転換を行う交差点付近の建物、駅などの主要な建物である。主要な建物は、アイコンとして用意されており、地図作製者はそれを選択して地図上に貼り付けることによって、建物の強調処理を行う。体裁形成を行った道案内地図を図7に示す。

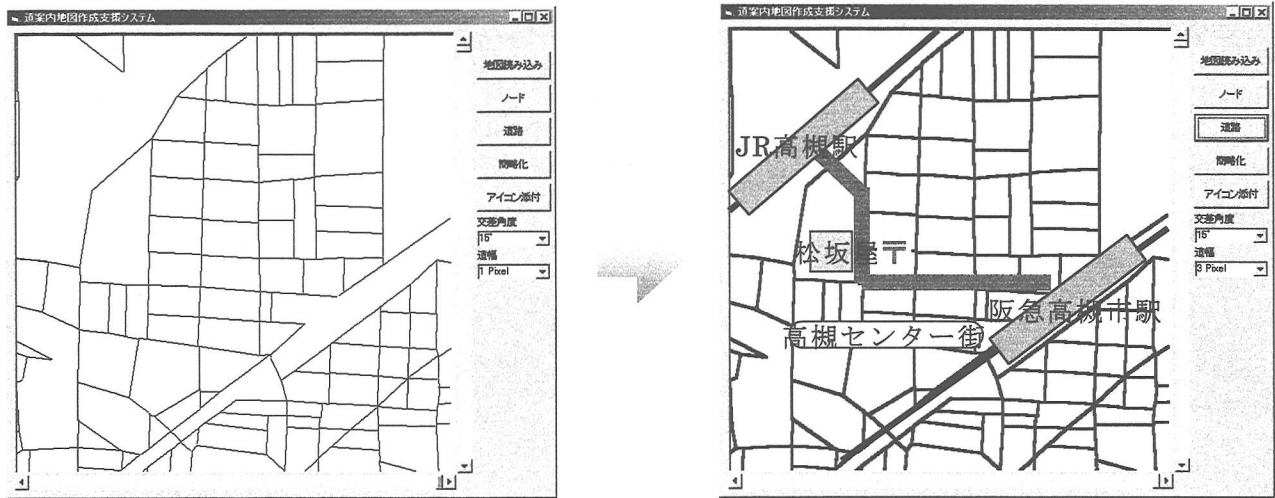


図7 体裁形成を行った道案内地図

3.5 道案内地図の出力

本システムでは、作成した道案内地図を JPEG 形式で保存する。そのことによって、道案内地図を印刷して紙ベースでの活用、Web ページへの掲載、電子メールへの添付等が可能になり、幅広い用途で利用できる。

4. 実証実験

本研究で開発した道案内地図作成支援システムの有用性を検証するため、実証実験を行った。本システムを用いることで、容易に道案内地図作成を行うことができるかを確認する道案内地図作成実験と、本システムで作成した道案内地図が、道案内地図として有用であるかを確認する道案内地図を用いた移動実験の2種類の実験を行った。

4.1 地図作成実験

4.1.1 実験方法

地図作成実験では、大学生 20 人を被験者として、本システムを用いた場合と手書きの場合の2通りの方法で道案内地図の作成を行った。作成する道案内地図は、阪急高槻市駅から JR 高槻駅へ案内するためのものである。

本実験では、地図作成に要した時間と地図

作成終了後に行ったアンケートによって評価を行う。アンケートの各項目に対する評価は、「5：強くそう思う」、「4：そう思う」、「3：どちらともいえない」、「2：そう思わない」、「1：全くそう思わない」の5段階である。地図作成時間とアンケート結果の評価値は、2分類の t 検定の変数として利用する。また、アンケートの各項目に対して、なぜその評価を行ったかといった理由を問う自由記述方式の項目を用意した。

4.1.2 実験結果

地図作成に要した時間とアンケートに対する評価を検定にかけた結果を表2と表3に示す。

(1) 地図作成の平均時間

本システムを用いた場合と手書きで地図を作成した場合には、作成時間の平均が、それぞれ3分23秒と4分35秒となり、t検定の結果から有意な差が得られた。

(2) 地図作成を容易に行えたか

本システムを用いた場合と手書きで地図を作成した場合には、評価の平均がそれぞれ4.4と3.7となり、t検定の結果から有意な差が得られた。「地図作成の元になる地図があるため、システムを用いた方が簡単に作成で

表 2 地図作成に要した時間

項目	システムを用いた場合	手書きの場合	システムと手書きの場合の有意さの有無
(1)地図作成の平均時間	3分23秒	4分35秒	有り

表 3 地図作成に関するアンケート結果

アンケート項目	システムを用いた場合の評価の平均	手書きの場合の評価の平均	システムと手書きの場合の有意さの有無
(2)地図作成を容易に行えたか	4.4	3.7	有り
(3)満足な地図は作製できたか	3.9	2.7	有り

きる」,「システムがある程度の部分まで自動で地図を作成するため,作業量が少なく容易に地図が作成できる」という意見が寄せられた。

(3) 満足な地図は作成できたか

本システムを用いた場合と手書きで地図を作成した場合とでは,評価の平均がそれぞれ 3.9 と 2.7 となり, t 検定の結果から有意な差が得られた。「個人のデザインセンスに関わらず,アイコン等を添付するだけである程度きれいな地図を作成できる」という意見が寄せられた。

4.2 移動実験

4.2.1 実験方法

移動実験では,大学生 20 人を被験者として,本システムを用いて作成した道案内地図を参照しながら,阪急高槻市駅から JR 高槻駅への移動を行った。被験者は,周辺の地理に詳しくない者を選んだ。被験者は,阪急高槻市駅に集合して,本システムで作成した地図を受け取った。一定の時間間隔を空け,20 人の被験者が, JR 高槻駅への移動を行った。

本実験では,15 分以内に目的地へ到達できた人数と実験終了後に行ったアンケートによって評価を行う。アンケートの各項目に対する評価は,地図作成実験の場合と同様である。

4.2.2 実験結果

移動実験の結果を表 4 と表 5 に示す。

表 4 目的地へ到達できた人数

項目	到達できた人数	到達できなかった人数
(4)目的地へ到達できたか	17人	3人

表 5 移動実験に関するアンケート結果

アンケート項目	評価の平均
(5)作成した地図は道案内の役に立ったか	4.1
(6)作成した地図をまた使ってみたいか	3.8

(4) 目的地へ到達できたか

実験の結果,20 人中 17 人という大多数の被験者が設定時間内に目的地へ到達することができた。

(5) 作成した地図は道案内の役に立ったか

評価の平均が 4.1 と,肯定的な回答を多数得ることができた。目的地に到達できた被験者からは,「移動するべきルートとその目印が分かりやすく地図に表示されていた」という意見が寄せられた。到達できなかった被験者からは,「目印となるオブジェクトが地図上にもう少し必要である」,「自分がどの方向に向かっているのかという方向感覚を失ったため,その点の考慮が必要である」という意見が寄せられた。

(6) 作成した地図をまた使ってみたいか
 評価の平均が 3.8 と、概ね肯定的な意見が寄せられた。「その都度目的に応じた道案内地図を作成できるので便利である」、「楽しみながら地図を作成することができる」という意見が寄せられた。

5. 考察

本研究では、道案内地図作成支援システムを用いることによって、

- ・ 数値地図 2500 の読み取り
- ・ 不要な地図情報の削除
- ・ 認知地図に基づいた地図形状の変形
- ・ アイコン添付による地図の体裁形成を実現した。また、実証実験より、
- ・ 容易に道案内地図を作成できること
- ・ 作成地図が道案内の役割を果たすことを確認することができた。

以上の結果より、本システムに実装した機能が、道案内地図の作成に有効であると考えられることができる。

6. おわりに

本研究では、専門的な技術や機器を持たなくても、誰でも簡単に道案内地図を作成できるシステムの研究開発を行った。本システムでは、国土地理院刊行の数値地図 2500 を用いることによる道案内地図作成の時間とコストの削減、認知地図を考慮することによる効果的な地図の簡略化を行った。

実験結果より、本システムが道案内地図の作成に有用であることを確認した。また、本システムを用いて作成した道案内地図が、道案内の役割を果たすことを確認した。本研究は、交通計画や都市計画においても有用であると考えられる。

今後は、空間データの標準規格となるであろう G-XML や GML に対応したシステム開発を行っていく予定である。また、Web 上で

の利用も考慮に入れたシステムの発展を目指す。

参考文献

- [1]岡部篤行：空間情報科学の挑戦，岩波書店，2001.8.
- [2]坂内正夫，角本繁，太田守重，林秀美：コンピュータマッピング，昭晃堂，1992.10.
- [3]矢野桂司，地理情報システムの世界—GIS で何が出来るか，ニュートンプレス，2000.2.
- [4]電気学会・空間情報統合化技術調査専門委員会：GIS の基礎と応用-空間情報の統合化技術，オーム社，2001.3.
- [5]谷川智秀，久保田浩明，長谷川保：インターネットにおけるわかりやすい道案内インタフェース，東芝レビュー，Vol.55，No.10，2000.10.
- [6]藤井憲作，杉山和弘：携帯端末向け案内地図生成システムの開発，情報処理学会論文誌，Vol.41，No.9，pp.2349-2403，2000.9.
- [7]稲葉和雄：国土地理院の数値地図，GIS ソースブック，古今書院，pp.12-20，1996.4.
- [8]行場次朗，川崎恵里子，森晃徳，山下利之，山下清美，市川伸一，萩原滋，箱田裕司：認知科学のフロンティア I，サイエンス社，1991.9.
- [9]Byrne,R.W. : Memory for Urban Geography, The Quarterly Journal of Experimental Psychology, Vol.31, pp.147-154. 1979.2.
- [10]山本直英，岡部篤行：曲がり角が一つある通路における定性的方向推論についての実験による分析，CSIS Discussion Paper，東京大学空間情報科学研究センター，No.38，2001.7.
- [11]梶田健史，山守一徳，長谷川純一：デフォルメ地図自動生成システムの開発，情報処理学会論文誌，Vol.37，No.9，pp.1736-1744，1996.9.