

住宅地図による地区情報システムの開発とその応用について

DISTRICT INFORMATION SYSTEM BASED ON HOUSING MAPS

—Development and Application—

木村 淳* 天野 光三** 山中 英生***

By Atsushi KIMURA, Kozo AMANO, and Hideo YAMANAKA

This study aims at developing a district information system, in order to assist planners in defining problem, preparing improvement plan, and in evaluating these alternative plans. Housing Maps (Jyutaku Chizu) are used as base maps, and a micro computer is employed in order to facilitate gathering data and operation by the planners. Housing Maps are plans of urban areas consisting of building shapes and residents names.

In this paper two examples of its application are demonstrated. First, an estimation system of the number of residents and employees in a small area (such as blocks or road sections) is developed. Secondly, an evaluating system of the neighbourhood streets plans is developed.

In addition, utilization of "Digital Maps" recorded in CD-ROM as the base map data for this system is examined.

1. はじめに

都市計画や公共施設計画、住宅計画、防災計画、交通計画などの策定においては、対象となる地域の統計情報をもとに、さまざまな計画図面が作成され、計画案の作成・評価、提示に用いられている。

しかしこれらの情報は、計画者の必要とする形では簡単に入手できないことが多く、図面作成にも人手ではかなりの労力を要している。これに対して、近年の計算機技術の発達によって、地図とそれらに付随する統計情報を計算機によって管理・処理する地域情報システムの開発が進められている。¹⁾

本研究では、地区交通計画などの対象となる数ha～100ha程度の地区を対象として、道路網と画地單

位の土地利用状況を入力した地区情報システムを開発した。このシステムは、従来の大型計算機を用いた地区情報システムに対して、小型計算機を用いて計画者が情報の収集・格納からその処理までを行えるような簡便なシステムを目指している。そして、簡単に入手でき、しかもある程度の精度で土地画単位の形状その他の情報が読み取れる住宅地図をベースマップに用いていることが特徴となっている。以下では、システムの基本ソフトウェアについてその概要を説明するとともに、大阪市内の実際の地区にシステムを適用して街区や沿道別などの小エリアの人口推計、および地区内道路の拡幅による整備効果を評価するモデルを導入して地区道路網整備計画案の評価分析に応用した例を示す。また、近年市販を開始したCD-ROM版電子住宅地図の本システムへの利用の可能性を検討してみた。

*学生会員 京都大学大学院修士課程 工学研究科

**正会員 工博 京都大学教授 工学部交通土木工学科

***正会員 工修 京都大学助手 工学部交通土木工学科
(〒606 京都市左京区吉田本町)

2. 地区情報システムの概要

(1) システムの構成

図-1は本システムの構成を示したものである。システムは、地区情報のデータベースを基本として地区情報の入力、修正・編集、加工、表示といった機能を持つプログラムから構成されている。

このデータベースシステムは、地図情報の格納方法としてポリゴン方式を採用し、表-1に示す3つの基本的な幾何構造で表現して情報を格納している。

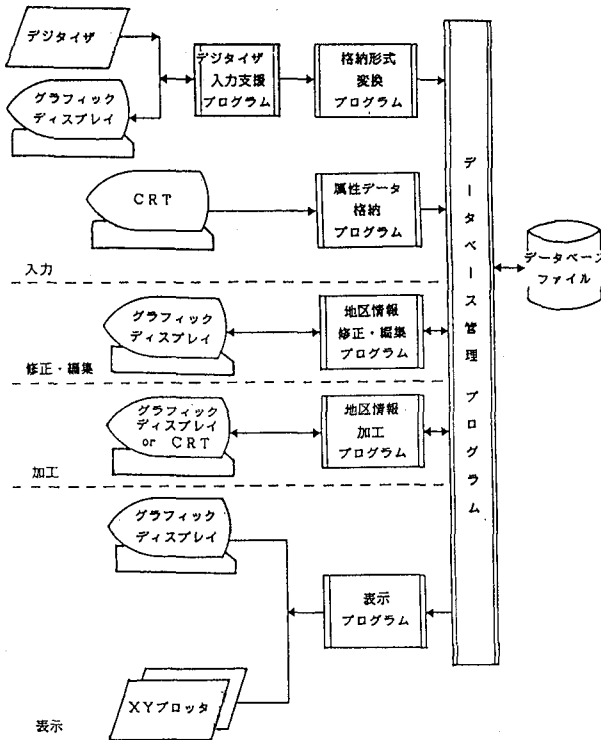


図-1 地区情報システムのソフトウェア構成

表-2 幾何構造間の関係検索

対象	被探索対象となる幾何構造		
	点	線	面
点	・ある点に最も近い点	・ある点に最も近い線	・ある点が含まれる面群
線	・ある線に最も近い点	・ある線に交わる線群	・ある線が横切る面群 ・その面に含まれる部分
面	・ある面に含まれる点群	・ある面を横切る線群 ・その線の面の内の部分	・ある面に含まれる面群 ・重なりを持つ面群

また表-2に示すように、幾何構造間に考えられる関係の検索ソフトウェアを作成することで、例えば街区内の施設数を集計するといった処理を可能としている。²⁾

(2) システムに入力した情報

表-3はシステムに入力した情報の一覧である。地区情報は基本的には、道路網・土地区画の2種類からなっており、それぞれが地図上における形状や位置を表す地図情報とそれに付随する属性情報からなっている。人口データは後に示す人口推計に用いたもので、国勢調査と事業所統計調査の基本調査区別のデータを入力している。

(3) データの入力方法

道路網は、デジタイザで各区間を線分に分割して入力するだけで、システムは図-2のように端点座標から交差点を認識してネットワークデータおよび街区構造データを自動作成し、データベースに格納する。また、道路ネットワークの修正なども画面上で対話的に行うことができる。

表-1 地図情報の数値表現のための幾何構造

構造	定義	例
点構造 (X1, Y1)	一組のX, Y座標によって表される1次元構造	交差点・ノード 小規模施設 戸建住宅 小規模商店
線構造 (X1, Y1) (X2, Y2)	2組のX, Y座標によって表される構造、線分または、線分のつながった折線	道路リンク
面構造 1 2 3 4 5	線分によって囲まれた多角形状を持つ領域	街区、町丁区 校区、 大規模施設

表-3 システムに入力した地区情報とその入手方法

	データ	内容	入手方法
道路網	道路網	道路区間端点の座標 交差点座標	住宅地図 住宅地図
	属性	幅員 交通規制 信号の有無	住宅地図 交通規制地図
	土地図	街区座標 土地区画座標 土地区画属性	住宅地図 住宅地図 住宅地図
人口	属性	集合住宅世帯数 土地利用 階数	土地利用現況調査原票 土地利用現況調査原票
	地図	基本調査区形状 外周(多角形近似)座標	国勢調査 事業所統計調査
	属性	基本調査区別 常住人口 世帯数 基本調査区別 従業者数 事業所数	国勢調査 基本調査区別集計 事業所統計調査 基本調査区別集計

一方、土地区画のデータは、上で認識された街区ごとに格納され、街区の外周と街区内の区画境界線を入力することによって、街区同様、自動的に各画地の面構造データ（面を囲む点座標の集まり）が作成されるようになっている。

属性情報に関しては住宅地図から道路幅員などを読み取って入力し、また土地利用現況調査の調査原票から各区画ごとに建物の階別土地利用を入力している。また、集合住宅については住宅地図の別表から世帯数を入力した。人口データは国勢調査および事業所統計調査の基本調査区別人口を入力している。

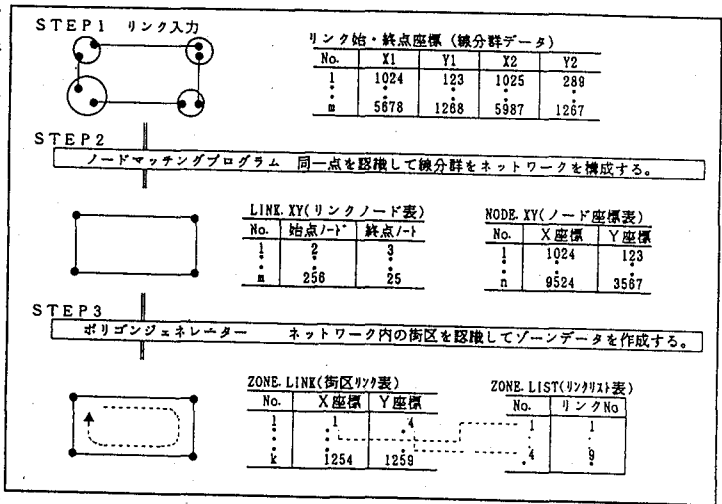


図-2 道路網入力におけるデータ処理

3. 小エリア人口の推計への応用

(1) 小エリアの人口推計

地区交通計画などでは、道路区間別の人口や街区別人口といった地区計画の基本単位となる小地域での人口データが必要となるが、こうした単位での人口統計データは得られない場合が多い。そこで、地区情報システムに入力した土地利用や世帯数などの情報をもとにして街区別や道路区間別の人口を簡便に推計する手法を開発してみた。

(2) モデルの推定結果

図-3は本システムを適用した大阪市のある地区の主な土地利用の分布を示している。ここでは、このデータをもとに地区内の基本調査区ごとの土地利用面積や世帯数を集計し、人口とそれらのデータの関係を分析することで推計モデルを作成した。表-4は常住人口と従業者数について推定したモデル式を示している。相関係数や各パラメータの値からみて、比較的良好な結果が得られていると考えられる。また図-4はモデルによる推計人口と統計データの散布図を示している。これによると、相関係数は高いが、人口規模の小さな調査区では誤差率が高くなるという問題は残っていることがわかる。なお常住人口の説明変数は、戸建住宅数や集合住宅の世帯数が主であるが、地区の特性から小規模な工場にも常住者がいることを考慮している。

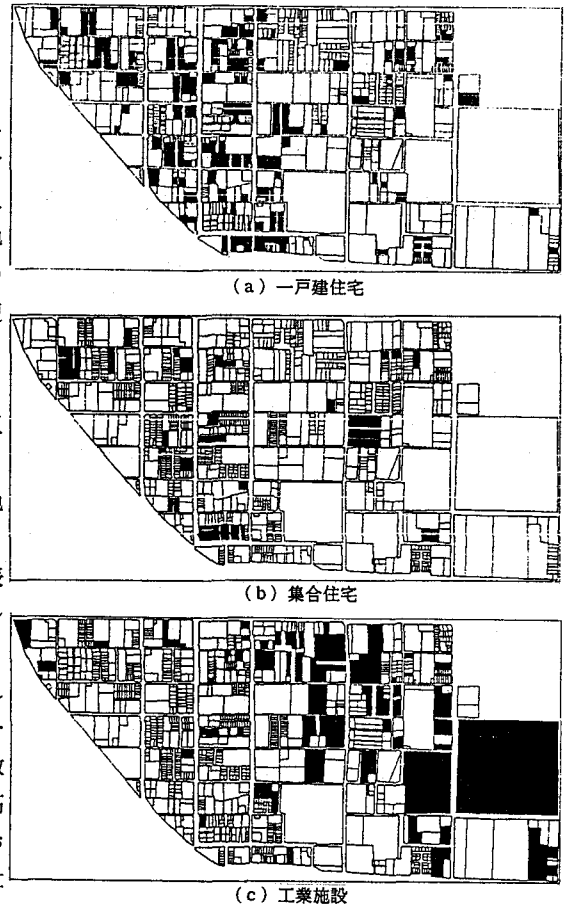
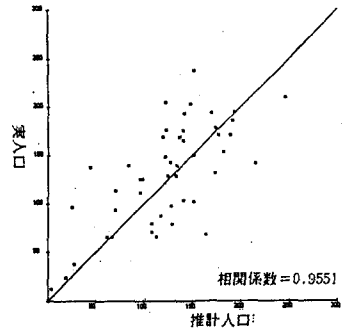


図-3 対象地区の主な土地利用分布

表-4 人口推計モデル式

常住人口 = $3.6029 \times \begin{pmatrix} \text{戸建住宅} \\ (10.13) \end{pmatrix}$ + $2.3525 \times \begin{pmatrix} \text{集合住宅} \\ (12.52) \end{pmatrix}$	
+ $1.1543 \times \begin{pmatrix} \text{工業施設数} \\ (2.33) \end{pmatrix}$	
* 相関係数: 0.9551 ()内は t 値 サンプル数: 51調査区	
従業人口 = $0.2588 \times \begin{pmatrix} \text{業務施設} \\ (3.44) \end{pmatrix}$ + $0.0347 \times \begin{pmatrix} \text{販売商業施設} \\ (1.21) \end{pmatrix}$	
+ $0.0093 \times \begin{pmatrix} \text{工業施設} \\ (8.02) \end{pmatrix}$	
* 延面積 = 敷地面積 × 階数	
* 相関係数: 0.9423 ()内は t 値 サンプル数: 20調査区	



(a) 常住人口

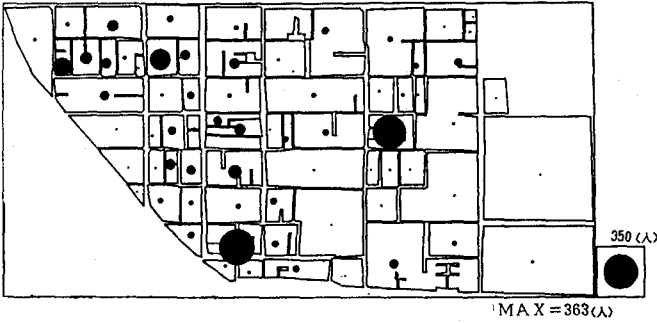
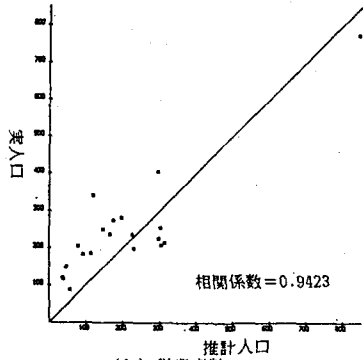


図-5 街区別常住人口の推計結果



(b) 従業者数

図-4 推計人口と実人口の散布図

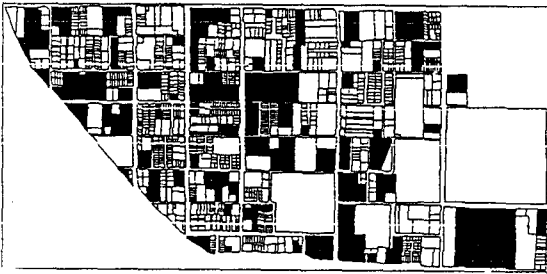


図-6 対象地区の農地・空地の分布状況

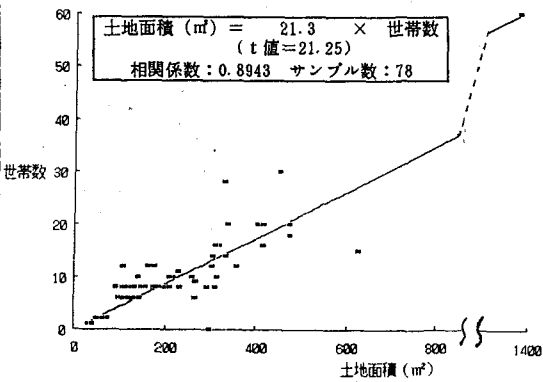


図-7 集合住宅の敷地面積と世帯数の関係

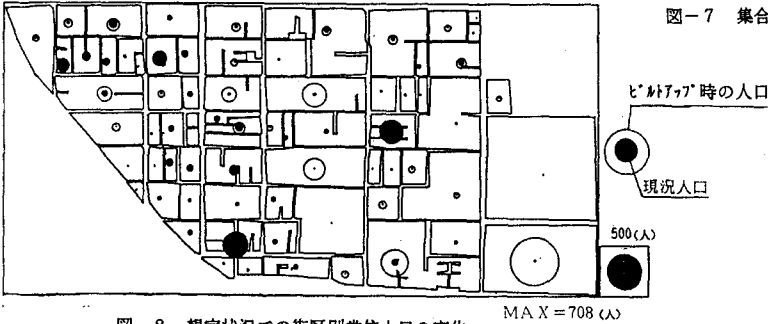


図-8 想定状況での街区別常住人口の変化

このモデル式を用いて街区別常住人口の推計を行った結果を図-5に示す。また、各画地の入口が面する道路区間ごとに土地利用を集計して道路区間別従業者数などを算定することもできる。

(3)ビルトアップ時の人口の推定

対象地区は大阪市内で、都心への利便性も比較的良好にもかかわらず、図-6に示すように未だに多くの空地・農地を有している。そこでこうした空地・農地のうち1000㎡以上の大画地に集合住宅が建設されたとした場合の地区の人口を算定してみることにした。この際、地区内の集合住宅について土地面積と世帯数の関係を調べたところ、図-7のように、1世帯当たり21㎡であった。つまり、法定容積率が200%であることからほぼ1世帯当たり床面積が42㎡ということになる。これをもとに今後建設される集合住宅を現状の1.6倍の1世帯当たり土地面積が35㎡となるとして、現在の各空地に入る世帯数を算定し、先の人口推計モデルから常住人口を求めた。図-8は想定状況時に増加する街区別常住人口を示したものである。このように詳細な土地区画データを持つことによって比較的簡単に地区の将来を考察できることがわかる。

4. 道路網整備案の評価システムへの応用

(1)道路網整備案の評価

旧市街地やスプロール地区などでの道路交通問題を解決するには、地区内の自動車交通を処理するための道路ストックの拡充が必要となることが多い。

ここではこうした住宅地区の道路ストック整備の効果を交通利便性・防災性・交通安全性・土地利用効率の4つの観点から評価するモデルを地区情報システムに導入してことで実際の地区を対象として段階的なストック拡充の効果を検討してみた。

(2)評価指標の設定

本研究では地区道路網を評価するため表-5に示す4つの指標を考えた。

①自動車アクセス利便性

拡幅などの道路整備の直接的な効果は地区内の自動車のアクセス性の改善として現れる。ここでは幹線道路からのアクセス時間を用いて、住民の自動車アクセスの利便性を説明する表-6のモデルを用いる。このモデルはアクセスを不満と感じる人の割合

を判別関数法で分析して作成されたものである。³⁾

②消防車アクセス性

道路整備のもう1つの直接的効果は防災性の改善である。この場合、避難時間の短縮や延焼防止などの様々な効果が考えられるが、ここではもともと単純なものとして大型消防車のアクセス時間を指標として表-7のように設定した。ここでは既存の実験⁴⁾で得られている、幅員が2.5m以下の道路では消防車がほぼ通行不能になること、3mでは進入速度のほぼ半分となることという知見をもとにして、消防車の速度関数を表中のように設定している。

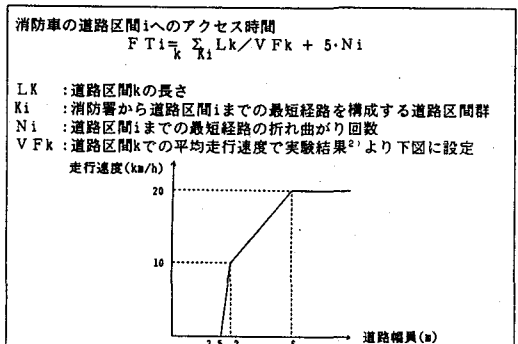
表-5 道路網整備案評価に用いた指標

	指標の意味	説明変数及びモデル
自動車アクセス利便性	最寄幹線道路から自宅へアクセスする時の利便感	アクセス時間を用いた判別関数モデル
消防車アクセス性	消防署から消防車がアクセスする時のアクセス時間	消防車の走行時間関数を仮定して算定
道路区間安全性	沿道住民が前面道路を利用する時の安全感	自動車交通の対向車・対向車を用いた重回帰モデル
土地利用価値	区画整理の土地評価方式による画地評価値	路線価式評価法による画地評価モデル

表-6 自動車アクセス利便性評価モデル

$ACi = \frac{P1 \cdot \exp\{-(\alpha \cdot ACTi - DM1)^2/2\}}{P1 \cdot \exp\{-(\alpha \cdot ACTi - DM1)^2/2\} + P2 \cdot \exp\{-(\alpha \cdot ACTi - DM2)^2/2\}}$ ACi: 道路区間iへのアクセスが不便またはやや不便と感じる人の割合 ACTi: 道路区間iへの最短所要時間 * ACTiは各道路区間の速度を$V = \max(1.5W + 12, 33)$ (Km/h, Wは幅員) とし交差点での折れ曲がり1回5秒として算出した。 * パラメータは判別関数モデルによって推定されている。¹⁾ $\alpha = 0.028$ DM1=2.08 DM2=1.15 (的中率66% $\chi^2/\text{d.f.} = 0.83$)

表-7 消防車アクセス性評価モデル



③道路区間安全性

道路整備によって空間が広がった分、自動車交通と歩行者・自転車、さらに住民の立ち話などの利用空間との間に余裕が生まれ、安全性も改善が見込まれる。こうした効果を測定する指標として、塚口⁵⁾は自動車による道路占有率（オキュパンシー）を提案している。本研究でもこの考え方をうけ、走行車両と路上駐車による影響を分離したモデルを表-8のように作成した。ただし駐車車両の予測は行っていないため、駐車はないものとして評価することにした。

④土地利用価値

広幅員道路に面する土地は一般に利用価値が高くとされ、地価も高い。道路拡幅は、土地の価値を増加させると考えられる一方で、沿道の各画地の面積を減少させる。ここでは区画整理で一般に用いられている路線価式土地評価法⁶⁾を適用して、土地評価値を求めている。いくつかの事例をもとにして、表-9に示す計算式やパラメータを用いた。このうちtは路線種別を幅員のみで分類しているほか、接近係数対象施設は地区最寄りの鉄道駅のみを考慮している。さらに宅地係数は地区全体に一定値を用いることが一般的であるためここでも標準的な数値を用いた。土地評価値の基本となる路線価を構成する3つの係数のうち、拡幅によって特に街路係数が影響を受け、評価値が変化する。

(3) 評価指標の算定方法

各評価指標に必要な各種のデータは、本システムが持つ地区情報を加工して求められる。例えば、①②で用いる最短経路については、道路網データを最短経路探索プログラムによって探索して求められる。また、③に必要な人口データは先の人口推計モデルの結果を用い、交通量については、図-9に示す手順で推計している。すなわち、地区内に発生・集中する自動車交通量を各道路区間別に算出し、全てが地区外に流出する、つまり地区外周の幹線道路の交差点へ向かうとして多経路確率配分モデル⁷⁾を用いて交通量を推計している。ここで、方面別の流出入比率は対象地区を含むゾーンを中心としたOD表から方面別の流出入比率を求め、これを流出入路について実測交通量の比で配分して算定した。

表-8 道路区間安全性評価モデル

道路区間iの安全係数 $S_i = \gamma + \delta c \cdot QCi + \delta p \cdot QPi$	
QCi : 交通量 qi (台/h) の時の自動車交通量	$= \frac{1000 \cdot AC}{Wi \cdot VSi} \cdot qi$
AC : 平均速度 VSi (km/h) で走行する自動車1台の平均占有面積	$= (0.84 VSi + 6) \cdot 2.75 (m^2)$
QPi : 平均駐車台数 Pi の時の駐車による占有面積	$= \frac{AP}{Wi \cdot Li} \cdot Pi$
AP : 駐車車両1台当たりの占有面積	$= 6.7 \cdot 2.5 (m^2)$
* VSi は観測データより推定した $VSi = 1.117Wi + 0.049Li + 11.0$ (km/h, $R=0.787$) を用いた。 Wi : 区間iの幅員 (m) Li : 区間iの長さ (m)	
* これらのパラメータは既存の調査からの重回帰分析により推定した $\gamma = -0.42$ $\delta c = 15.73$ $\delta p = 1.42$ ($R=0.856$)	

表-9 土地利用価値評価モデル

画地jの評価値 $Lvj = \text{路線価} \times \text{画地jの面積} + \text{角地} \cdot \text{正背地加算}$	
路線価 = 街路係数 + 接近係数 + 宅地係数 $= t \cdot F(W) + \sum m \left(\frac{S-s}{S-R} \right)^n + \sqrt{Z}$	
意味	計算に用いた値・式
t	路線種別による係数 補助幹線: 2.0 区画幹線: 1.6 区画道路: 1.2 行止り等: 0.8
F(W)	街路の効用を示す幅員関数 $(W-3)/W$ ($W \geq 6m$) $W/12$ ($W < 6m$)
m	施設の影響力 駅: 0.5
S	施設の影響の限界距離 駅: 800
s	路線から施設までの距離 路線中心と施設中心の直線距離
R	施設の影響が遠減しない範囲 駅: 50
n	影響力の遠減指数 駅: 2
角地・正背地加算: 角地・正背地では第2路線価 $\times 2m \times$ 第2間口を加算し、三方・四方路線地については第3・第4路線について同様に加算する。	

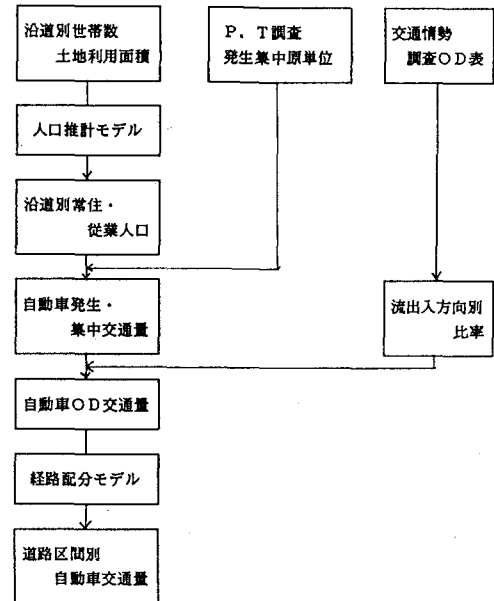


図-9 自動車交通量の推計方法

(4)代替案の作成と評価結果

ここでは人口推計を行ったのと同じ地区を対象にケーススタディを行った。この地区では、戦前行われた耕地整理の際に建築線が指定されているが、現在はまだ多くの後退未完了区間を有している。そこで、この建築線後退による道路整備が段階的に行われた場合を想定して、表一10に示す6つの代替案を作成した。

各代替案ごとに前述の4つの評価指標を求め、これを全地区について集計した結果を図一10に示す。整備が進み、道路率が上昇するほどいずれの指標も改善（土地利用価値については増加）されることがわかるが、指標別には差異がみられ、利便性は主要路線を拡幅する2についての改善度が大きく、広幅員の貫通路線の優先的整備が利便性改善に大きな効果を生じさせている。また、消防車アクセス性は整備量とほぼ比例している。これは、整備が進むにつれて末端の区間まで走行速度が向上するためと考えられる。これに対して、危険感や土地評価値はある程度の道路率が確保されると拡幅による効果は少なくなっている。

5. 電子住宅地図の応用の検討

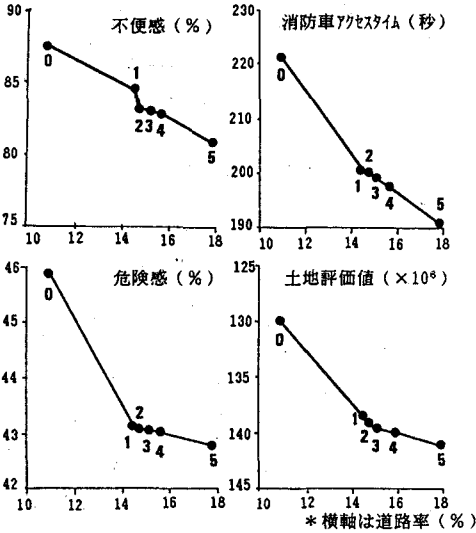
現在のところ、本システムでは土地区画の入力を人手に頼っており、かなり長い作業時間を要するという問題がある。そこで近年市販を開始した電子住宅地図の応用を検討してみた。

(1)電子住宅地図の概要³⁾

本研究で検討した電子地図は、ゼンリン社製の「Zmap電子地図」である。これは、1/2500縮尺の地図を基本図とし、これを1/1250に拡大した図からのデジタイザ入力によるデータを用いている。市販の住宅地図の見開き1図(750m×500mの範囲)が約1MBと大容量になるため、CD-ROMを媒体として提供されている。現在は、東京23区、横浜、川崎、北九州、福岡の各都市のものが発売されているが、順次他都市のものも発売される予定であり、また、既発売の都市についてもデータ更新が定期的に行われる予定である。

表一10 段階的道路網整備の代替案

番号	代替案の内容
0	全路線が後退未完了
1	現況
2	後退後幅員8m以上で地区を貫通する路線を2mを限度として後退
3	後退後幅員6m以上で地区を貫通する路線を2mを限度として後退
4	全路線を2mを限度として後退
5	全路線を指定建築線まで後退



図一10 代替案の評価結果(全地区集計)

表一11 電子地図に格納されているデータ

		建 物		道路網		行 政 界	鉄 道	水域		地図記号				
		目 標 物	一 般 建 物	そ の 他 建 物	道 路 施 設 状 況			水 面	施 設	等 高 線	小 形 地 形	小 形 植 物	植 生	へ い ・ か き
地図データ	形状	ノード数	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	位置座標	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	位置座標	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	文字サイズ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
属性データ	文字コード	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ID番号	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	種 別	①	②	②	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	住所・地番	○	○	○	○	○	③	○	○	○	○	○	○	○
例	名称(全体)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	棟・階・室番	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	名称(個別)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		公共施設など	民家・商店	建設中など	国・県道など	信号・一方通行	町丁目界	JR・私鉄・駅	河川・湖沼・海	ダム・水門・堰	崖・盛土・切取	門・高塔	植生界・畑	

凡例 ○：データが格納されているもの
①：将来は細分化された種別が登録されるが、現在は「目標物」として登録
②：名称の種別（ビル名・氏名・事業所名）が登録
③：境界の種類に対応する行政区画コードが登録
■：定義できない属性

(2) 格納されているデータと

地区情報システムに利用可能なデータ

このZmap電子地図に格納されているデータを表-11に示す。これらのデータは地図データと属性データに分かれ、このうち地図データは位置座標である形状データと図上に表示される名称などの文字データに分けられる。属性データは、表中のものが用意されているが、このほかの属性もユーザーが自由に入力できる。また、河川・水面、鉄道など地図要素によっては属性を定義できないものもある。

地区情報システムに有用な情報のうち、電子地図からの取得の可能性をまとめたものが表-12である。このうち、例えば道路ネットワークに対しては、行政界としての街区境界が入力されており、これが細街路以外の道路で道路中心線とほぼ一致するのでこのデータから容易に作成が可能であり、細街路については道路側線データからリンクを追加することが可能であると考えられる。また、土地利用種別は現在のところ未入力であるが、名称から推定するようにより、ある程度の精度でよければ他のデータからの作成が可能であろう。

また、土地地区画の形状が入力されていないため、今回示したような土地評価には適用がむずかしい。ただし、建物の外周がすべて入力してあるので、建築面積や地区全体の建築率などの算定は非常に簡単に行うことができる。

6. おわりに

本研究では、住宅地図をベースマップとし、小型計算機を用いた簡便な地区情報システムを開発し、大阪市の一地区にこれを適用した。そして、この地区を対象とした小エリアの人口推計と道路網評価システムへの応用を行った。この結果地区計画に必要な各種のデータが簡単に提供でき、さらに地区の将来考察や、地区評価指標の算出にも有用であることがわかった。

また、最後にCD-ROM版電子地図のデータの地区情報システムへの利用を検討したが、これについてはまだ未検討の部分が多く、今後はその利用方法や追加入力情報の整理などを検討していきたい。

表-12 電子地図による地区情報データの作成方法

地 区 情 報		電子地図からのデータ取得	
道 路 網	地図	道路ネットワーク	▲ 細街路以外は街区境界から作成可能 その他は道路側線データから作成可能
	属性	道路幅員 交通規制 道路種別 交差点信号の有無	○ 道路の両側の線の間隔を測定 △ 一方通行の記号は入力されている △ 高速、国・県道などの区別は入力済 △ 記号が入力されている
	地図	街区形状 土地地区画形状 建物形状	◎ 細街路以外で入力(行政界などで分断) × ◎ 多角形データとして入力
土 地 利 用	属性	土地利用種別 世帯数 事業所数 階数 床面積	▲ 名称からある程度推定可能 ▲ 住宅の名称数から集合住宅も推定可能 ▲ 事業所の名称数から推定可能 △ 中高層建物については入力されている △ 階数と建築面積から推定可能
	行政区 など	区界 街丁目界	◎ ◎

◎：そのまま利用可能 ▲：他のデータから推定可能
○：幾何的处理をする必要あり ×：利用可能なデータなし
△：一部のみ入力済

《参考文献》

1) 日本都市計画学会：第6回都市計画シンポジウム
都市計画と地域情報システム—シンポジウム論文集
一、1983

2) 天野・山中・吉川：住宅地図を用いた小地域情報
システムの開発、昭和60年度関西支部学術講演会講
演概要、IV-14、1985

3) 山中・天野・成岡：地区住民の安全感・利便感か
らみた住区道路環境の評価方法、都市計画別冊、NO
. 21、pp187-192、1986

4) 東京消防庁防災部：震災時における消防車両の交
通障害に関する研究、1975

5) 塚口博司：住区内街路における駐車現象の分析と
街路運用に関する研究、土木計画学研究・論文集、
NO. 4、pp245-252、1986

6) 山中・吉川・木村：小型計算機を利用した区画整
理事業における土地評価支援システムの開発、第12
回電算機利用に関するシンポジウム講演集、pp217-
223、1987

7) 山中・天野・渡瀬：住区内交通への多経路確率配
分モデルの適用に関する研究、土木計画学研究・講
演集、No. 9、pp465-472、1986

8) ㈱ゼンリン：パソコンによる地図情報利用システ
ム、CG OSAKA' 88技術事例発表会Ⅲ、pp9-12、1988

9) 山中・木村・西村：住宅地図を用いた地区情報シ
ステムとその応用例、昭和63年度関西支部年次学術
講演会講演概要、IV-37、1988

10) 山中・成岡・木村：地区道路整備計画の評価シス
テムに関する研究、土木学会第43回年次学術講演会
講演概要集第4部、IV-172、1988