

インパクトスタディによる地域交通網 計画の評価手法とその応用

天野 光三*, 戸田 常一**, 阿部 宏史***

1. はじめに

現在では、通勤難・道路交通の渋滞などの交通問題や、大気汚染・騒音などの交通公害が問題となっており、これらの点から鉄道や道路などの交通網の整備が多くの所で課題となっている。しかし、交通網の整備は一般には、このような利用者や沿線・沿道住民に対する直接的なインパクトだけでなく、間接的には、都市内の商業・工業・生活などの諸活動に対して種々のインパクトを及ぼす。そこで、交通網の整備を検討する場合には、これらの間接効果を十分に考慮して適切な計画案を策定することが重要である。

本研究では、上述の観点に基づいて、鉄道や道路などの交通網の整備が、商業・工業・生活などの各活動の立地条件に対してどのようなインパクトを及ぼすかを、インパクト・スタディの考え方に基づいて定量的に予測・評価する1つの評価システムを提案し、大阪府南部の泉州地域における幹線交通網に適用する。

まず2では、本研究で提案する評価システムのよりどころであるインパクト・スタディの考え方と、従来の研究との関連を述べる。次に3では、交通網の整備が各種都市活動の立地条件に及ぼすインパクトに着目して整備計画案を評価する1つのシステムを提案する。4ではこの評価システムを用いて、泉州地域における交通網に対してケース・スタディを行う。最後に5では、本研究の成果と今後の課題をまとめる。

2. インパクト・スタディによる評価の方法

2-1. インパクト・スタディの考え方

インパクト・スタディは、種々の公共事業の実施が地域社会に及ぼす経済的・社会的影響を、定量的に予測・評価する手法であり、元来、道路整備による土地利用や土地価格の変化を予測

* 京都大学工学部交通土木工学教室教授

** 同上 講師

*** 同上 助手

本稿は1980年度日本地域学会での報告を加筆修正したものである。学会での報告に際して、討論者の労をとられた井原健雄香川大学教授に心から謝意を表します。

するために開発されたものである¹⁾。このような地域社会に対する影響の多くは、事業の実施後、一定のタイム・ラグを伴って生じる間接効果であり、インパクト・スタディではこれらの効果を計測するために、まず、重要と考えられる指標を選定し、前後比較法・有無比較法・地域比較法を適宜用いて、各指標の変化を求める²⁾。そしてその大きさに着目して、事業実施の好ましさを評価する。

現在では、インパクト・スタディは道路整備だけでなく、ダム建設など多くの公共事業の実施効果を計測するために用いられている。しかし、本研究ではこの方法を交通網の評価に用いることから、2-2の従来の研究との関連は交通網計画に関するものに限定する。

2-2. 従来の研究との関連

まず、交通網整備によるインパクトを捉えるために用いられてきた主な指標を表1に示す³⁾。この表に示すように、地域社会に対する影響の大部分は、経済活動や土地利用に関する指標を用いて計測されている。ところで、交通網の整備による経済活動や土地利用の変化は、図1に示すように、交通サービス条件や交通量の変化、さらには商業・工業・生活などの各活動からみた立地条件の変化を媒介して生じるものである。しかし、このうち各活動の立地条件は定量的に扱うのが困難であるため、従来では現象面の客観的なデータとして利用できる表1に示した指標を用いることが多い。このような指標の変化を予測するために、各指標の過去における変動を、回帰分析や時系列分析などを用いて分析して、各指標ごとに将来の値を推定することがよく行われる⁴⁾。

本研究では3でインパクト・スタディの考え方に基づいて1つの評価システムを提案する。これは上述の従来の研究と比較して次のような特徴を有している。

表1 インパクト・スタディに用いる主な指標

| 指標分類 | 指標名 |
|--------|---------------|
| 経済関連 | ① 産業別就業人口 |
| | ② 産業別・規模別事業所数 |
| | ③ 産業別生産所得 |
| 土地利用関連 | ① 土地利用現況 |
| | ② 土地価格 |
| その他 | ③ 観光客数 |

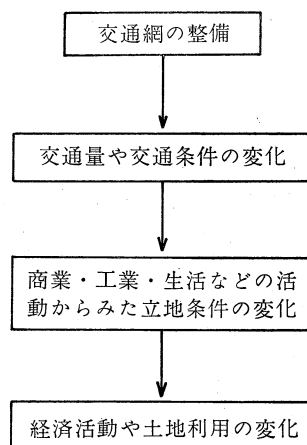


図1 交通網の整備によるインパクトの関連

まず、本研究で提案する評価システムは、有無比較法の考え方をを用いて、比較的狭小なゾーンを分析単位として交通網整備によるインパクトを計測するものであり、従来の手法に比べてより詳しい検討ができる。

次に、従来の方法の多くは現象面の客観的指標の変動を検討するためのものであり、立地条件の好ましさはブラック・ボックスとして土地利用や都市活動水準の予測が行われている。そこで本研究では、交通網整備が商業・工業・生活などの諸活動の立地条件に及ぼす影響を、定量的に予測・評価することを目的とする。

3. 都市活動の立地条件に着目した評価システムの提案

3-1. 評価システムの全体構成

本研究で提案する評価システムは、基本的にはインパクト・スタディの有無比較法に基づくものであり、計画案の実施前後における商業や工業の立地条件および生活環境を定量的に把握

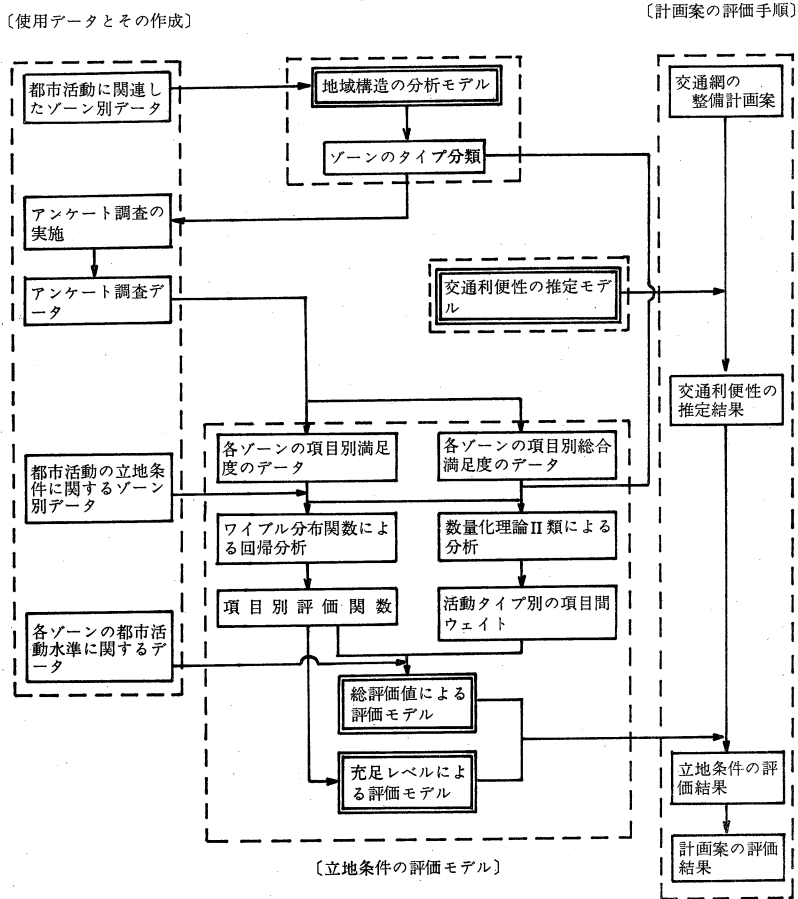


図2 評価システムの全体構成

し、その差異によって計画案の好ましさを評価するものである。そのために、計画案の実施前後における交通利便性を推定し、その結果を用いて各活動の立地条件を評価することが必要であり、評価システムの中心は、交通利便性の推定モデルと立地条件の評価モデルから成る。また、都市活動の立地条件を評価する場合には、都市活動の現況を考慮し、さらには各活動主体の立地選好の多様性を評価の中に取り入れることが好ましい。そこで評価システムには、都市活動の現況からみて地域構造を分析するモデルを設ける。

図2は、評価システムの全体構成を示したものである。システムは、地域構造の分析モデル・交通利便性の推定モデル・立地条件の評価モデルの3つのモデルを中心として構成されている。以下、各モデルについて説明する。

- ① 地域構造の分析モデル：このモデルは商業・工業・生活などの都市活動に関するデータを用いて、いくつかのゾーンから成る対象地域を分析し、種々の都市活動水準を同時に考慮して各ゾーンをいくつかのタイプに分類するものである。この分析結果は、評価モデルを作成するために必要なアンケート調査の実施、および評価モデルにおける評価項目間のウエイト推定の際に用いる。
- ② 交通利便性の推定モデル：これは計画案の実施前後において、各活動主体に対して鉄道やバスなどのマストランシット（以下ではマストラと略す）、および自動車による交通利便性を推定するモデルである。
- ③ 立地条件の評価モデル：このモデルは計画案の実施前後における各活動主体の立地条件を評価するものであり、総評価値と充足レベルという異なった評価方法から成っている。これらは互いに補完的なものであり、評価の際には、項目別の評価関数やウエイトなどの情報を必要とする。

計画案を評価するためには、まず、計画案の実施前後の交通網について、各活動主体の交通利便性を求め、さらに各活動主体の立地条件を、交通利便性以外の諸条件を同時に考慮して、総評価値と充足レベルによる2通りの方法を用いて評価する。計画案の特徴と好ましさは、計画案の実施前後における評価結果を比較することによって検討できる。

3-2. 地域構造の分析モデル

本研究では、商業・工業・生活などの活動水準からみた各ゾーンの特徴に対応して各活動主体の立地条件に対する選好意識が異なるものと考え、各ゾーンに対して適切な評価モデルを作成する。そこでここでは、各ゾーンの都市活動水準に着目して各ゾーンを分類する1つのモデルを説明する。

図3にモデルの構成を示すが、モデルは都市活動の現況に関する各種統計データを因子分析の手法を用いて分析することを基本とする。因子分析を行なうと一般には複数の因子が導かれ、

各ゾーンに対する因子負荷量と各ゾーンに対する因子得点を求めることができる。以下では、図3のフローに沿って分析の手法を述べる。

(1) 因子負荷量の算出と各因子の解釈

因子分析の基本的な考え方は、分析対象に関する諸変数の関連がその中で潜在的に含まれる少数の因子によって生じるというものであり、このことを前提としてデータのばらつきからそれらの因子を導くことが因子分析の主要な目的である。よって、因子分析によって見い出さ

れる都市活動に関連した少数の因子を通じて都市活動間の複雑な関連を説明することが容易になる。また、各因子について、各変数に対する因子負荷量の値を検討することによって、各因子が都市活動の面からどのような特徴をもっているかを考察できる。

(2) 因子得点を用いた各ゾーンのタイプ分類

因子分析により各ゾーンについて因子得点を求めることができるが、その値を検討することにより、各ゾーンの特性を因子ごとに考察できる。さらに、この因子得点をデータとしてクラスター分析を行なうことにより、各ゾーンを都市活動タイプの類似性の面からいくつかのグループに分類できる。また、各ゾーンの因子得点を用いて、いくつかに分類したゾーンの特性を検討することによって、各タイプの特性を把握できる。このように因子分析を介したクラスター分析による分類方法を用いると、因子分析によって得られた主要なゾーン特性のみに着目して、各ゾーンをいくつかのグループに分類することが可能となる。

3-3. 交通便利性の推定モデル

交通網の整備計画案を実施すると種々のインパクトが生じるが、ここではマストラや自動車による交通便利性の改善効果を特に取り上げる。また、交通便利性は、鉄道駅やバス停までの距離や道路混雑などの様々な指標を用いて説明することも考えられるが、本研究では、あるゾーンから他のすべてのゾーンへの活動主体の行き易さを意味するアクセシビリティの指標を用いる。

(1) アクセシビリティの定義

あるゾーンの活動主体が他のそれぞれのゾーンに対してもつ交通手段の利用機会をポテンシャルとして捉えたものを、本研究ではアクセシビリティと名づけ、次の式(1)で定義するも

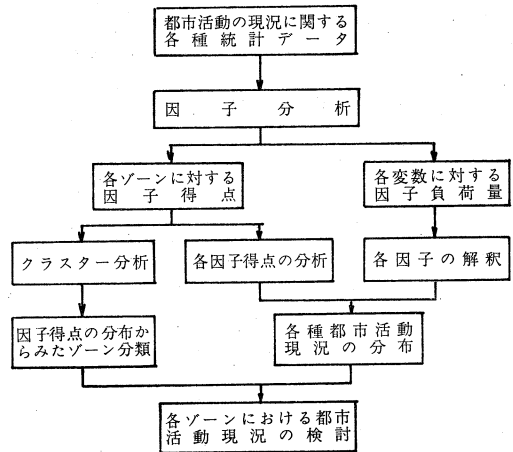


図3 地域構造の分析モデル

のとする。

$$A_j^{km} = \sum_{i=1}^I \{P_i^k / (T_{ij}^m)^{s^{km}}\}, \quad j = 1, 2, \dots, I \quad (1)$$

ただし, A_j^{km} : ゾーン j における活動 k の交通手段 m によるアクセシビリティ

P_i^k : ゾーン i における活動 k の水準

T_{ij}^m : ゾーン i, j 間の交通手段 m による時間距離

s^{km} : 活動 k の交通手段 m による抵抗パラメータ

この指標を用いると, 交通網整備前後の時間距離 T_{ij}^m や活動水準 P_i^k のデータを用いて各ゾーンにおける交通利便性をアクセシビリティとして求めることができ, その差異によって計画案の実施によるインパクトを検討できる。

(2) 交通抵抗パラメータ s^{km} の推定

本研究では, マストラと自動車の各交通手段の利便性に対して“非常に満足”から“非常に不満”まで5段階の категорияで問うアンケート調査データを用いて, 式(1)のパラメータ s^{km} を推定する。以下では特定の活動 k , 交通手段 m に対するパラメータの推定手順を述べる。

- ① 何通りかのパラメータ s^{km} の値を設定し, 各場合について各ゾーンのアクセシビリティを求める。
- ② 活動 k の交通手段 m の利便性に関するアンケート調査データについて, 各ゾーンで得られた被験者回答のうち満足している人々の割合をもって各ゾーンにおける交通利便性の満足率とし, これをゾーン別に求める。
- ③ パラメータ s^{km} の値を何通りかに設定した各場合について, ①と②で求めた各ゾーンにおけるアクセシビリティと交通利便性の満足率との関連度を関連分析によって検討し, それが最も高い場合のパラメータ s^{km} の値を最良なものとして選ぶ。

3-4. 立地条件の評価モデル

ここでは, 交通利便性の条件とそれ以外の条件を同時に考慮して, 商業・工業・生活の各活動主体の立地条件を評価するモデルを説明する。このモデルの特徴は, 総評価値と充足レベルという異なった評価方法を補完的に用いる点にある。また, 評価モデルを構成する重要な要素として, 立地条件に関する種々の評価項目について, 物理的諸量と各活動主体の評価意識との関連を表わす評価関数, および相対的な重要性を表わすウエイトがある。そこで以下では, まず, 項目別の評価関数とウエイトを推定する方法を述べ, 次に総評価値と充足レベルによる評価方法を説明する。

(1) 項目別評価関数の推定

評価関数は、騒音の大きさなどの物理量とそれが人間に与える意識量との対応を表わす関数である。評価関数を推定するためには、項目ごとの評価値をアンケート調査などによって求め、各項目の物理量との関係を検討する方法がよく用いられる。この場合、一般には、人々の意識の多様性から評価値と物理量との間に一意的な関数形を設定することは困難であり、回帰分析などの手法を用いて関数形を推定する必要がある。各項目の評価関数は、次のように表わすことができる。

$$u_i = u_i(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

ただし、 u_i, x_i : それぞれ項目 i の評価値・物理量 ($0 \leq u_i \leq 1$)

本研究では、評価値として満足率を用いる。満足率とは、ある物理量の水準に対して全体の中で満足する人の割合を意味する。また、評価関数の形としては、 $0 \leq u_i \leq 1$ を保証し、かつ非負なる x_i に関して単調増加である多様な関数形を反映できる次の式 (3) のワイブル分布関数を用いる⁵⁾。

$$u_i = 1 - \exp\{-(x_i - r_i)^{\beta_i} / \lambda_i\}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

ただし、 $\beta_i, \gamma_i, \lambda_i$: それぞれ形・位置・尺度のパラメータ

なお、この関数はパラメータ β_i の大きさによってその形状は大きく変化し、 β_i が 1 の時は指数分布であり、 β_i の値が大きくなるにつれて正規分布に近くなる。

(2) 項目別ウエイトの推定

項目別のウエイトは、種々の評価項目が各活動の立地条件に対してどの程度の重要性をもつかを表わすものであり、本研究では、前述の地域構造分析モデルによるゾーン分類のタイプごとに各項目のウエイトが異なるものとする。そこで、ゾーンタイプ p における項目 i のウエイトを w_i^p と表わす。

各項目のウエイトを推定するために、ここでは数量化理論 II 類を用いる。そのためには各項目の満足度と総合満足度について、アイテム・カテゴリー反応の形でのアンケート調査を必要とし、各項目の満足度が総合満足度の回答パターンをもっとも良く説明 (判別) するように項目間の重要度を設定する。つまり、アンケート調査データを用いて総合満足度を外的基準とし、各項目の満足度を説明変数として、数量化理論 II 類による分析を行ない、それによって各項目に対して偏相関係数を得る。これは各項目が全体的な評価に及ぼす影響の大きさを表わすので、それらの総和が 1.0 になるように基準化すれば、各項目のウエイトとして用いることができる。

(3) 総評価値による評価方法

各活動主体は、種々の評価項目を同時に考慮して全体としての立地条件の好ましさを評価す

る。仮に、重要であり、かつ選好独立な n 個の評価項目が設定できたとする。その場合には、ある活動主体に対するタイプ p のゾーン r における立地条件の総評価値 u_r^p は、次の式 (4) によって求めることができる。

$$u_r^p = \sum_{i=1}^n w_i^p u_i(x_{ir}) \quad (4)$$

ただし、 x_{ir} : ゾーン r における項目 i の物理量

(4) 充足レベルによる評価方法

上述の総評価値による評価方法では、ある一項目の評価値が極めて悪い場合でも総評価値としては許容されるという場合が生じる。そこでこの点を補完するために、充足レベルという概念を用いる。

充足レベルというのは、各項目について立地条件として許容できる最低のレベルであり、他の項目により代替できないある項目の評価値が充足レベル以下の場合には、当該ゾーンの立地条件に対して非常に大きなペナルティを課し、他の項目の評価値がどれほど良くても、そのゾーンの立地条件を許容できないものとして棄却しようとするものである。

本研究では評価値として満足率を用いるので、各項目に対する充足レベルをたとえば満足率 \hat{u}_i のレベルに設定すると、 \hat{u}_i 以上の許容領域、 \hat{u}_i 未満は不許容領域として、項目 i の許容値 q_i は次の式 (5) を用いて 1-0 変数として評価できる。

$$q_i = \begin{cases} 1 & (u_i < \hat{u}_i \text{ の時 不許容}) \\ 0 & (u_i \geq \hat{u}_i \text{ の時 許容}) \end{cases} \quad (5)$$

3-5. 計画案の評価手順

ここでは、3-3 と 3-4 で説明した交通利便性の推定モデルと立地条件の評価モデルを用いて、外生的に与えた交通網の整備計画案を評価する手順を箇条書きに述べる。

第1段階： 計画案の実施前後の交通網について、交通手段別のゾーン間時間距離や、ゾーン別活動水準に関するデータを整理する。

第2段階： 計画案の実施前後の交通網について、交通利便性の推定モデルを用いて、各ゾーンにおける交通手段別・活動別のアクセシビリティを推定する。

第3段階： 計画案の実施前後の交通網について、立地条件の評価モデルを用いて、各ゾーンにおける活動別の立地条件を、総評価値と充足レベルの2通りの方法を用いて評価する。

第4段階： 計画案の実施前後の交通網について、各活動主体に対する立地条件の評価値の差異を検討する。その場合、総評価値による方法を用いて立地条件全体の好ましさに着目して計画案を評価すると共に、充足レベルによる方法を用いて立地条件に関連した問題点の改善に着目して計画案を評価し、その結果を総合して計画案の最終的な評価を行なう。

以上の評価手順は計画案が1つの場合についてのものであるが、複数の計画案がある場合にも、それぞれの計画案の実施前後の交通網について同様な手順を用いることによって、各計画案の好ましさを検討できる。

4. 地域交通網整備計画の評価への適用と考察

4-1. 評価対象地域と使用データ

(1) 評価対象地域

本研究で取り上げる評価対象地域を図4に示す。評価は太線で囲んだ地域を対象として行なうが、その際、図に示す252個の1kmメッシュを評価の単位とする。

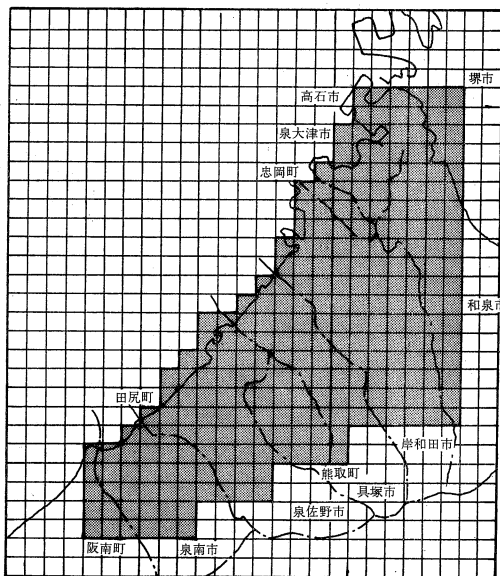


図4 評価対象地域

(2) 使用データ

ここでは、次のメッシュ統計データとアンケート調査データを用いる。

① メッシュ統計データ

後に述べる4-2の地域構造分析と、4-3と4-6の立地条件の評価の際に用いるメッシュ統計

表2 使用するメッシュ統計データの一覧

| 用途 | メッシュデータ名 | 元データの出典 | 用途 | メッシュデータ名 | 元データの出典 |
|--------------|-------------|--------------|---------------|--------------|------------------|
| 因子分析 | 1 人口 | 昭和50年国勢調査 | 因子分析 | 18 製造業事業所数 | 昭和50年事業所統計調査 |
| | 2 6～11歳人口 | 同上 | | 19 製造業従業者数 | 同上 |
| | 3 12～14歳人口 | 同上 | | 20 居住地面積 | 昭和48年大阪府土地利用現況調査 |
| | 4 第1次産業就業者数 | 同上 | | 21 工場地面積 | 同上 |
| | 5 第2次産業就業者数 | 同上 | | 満足率関数の設定 | 1 世帯数 |
| | 6 第3次産業就業者数 | 同上 | 2 商店数 | | 昭和49年商業統計調査 |
| | 7 世帯数 | 同上 | 3 小売業売場面積 | | 同上 |
| | 8 商店数 | 昭和49年商業統計調査 | 4 小中学校数 | | 昭和48年大阪府土地利用現況調査 |
| | 9 商店従業者数 | 同上 | 5 下水道排水供用区域面積 | | 同上 |
| | 10 商店年間販売額 | 同上 | 6 道路面積 | | 同上 |
| | 11 飲食店数 | 同上 | 7 都市公園面積 | | 同上 |
| | 12 飲食店従業者数 | 同上 | 8 居住地面積 | | 同上 |
| | 13 飲食店年間販売額 | 同上 | 9 工場地面積 | | 同上 |
| | 分析 | 14 サービス業事業所数 | 昭和50年事業所統計調査 | アクリクセイソンの予比測 | 1 人口 |
| 15 サービス業従業者数 | | 同上 | 2 製造業事業所数 | | 昭和50年事業所統計調査 |
| 16 建設業事業所数 | | 同上 | 3 卸売業年間販売額 | | 昭和49年商業統計調査 |
| 17 建設業従業者数 | | 同上 | 4 小売業年間販売額 | | 同上 |

データを表2に示す。これらは、総理府統計局や大阪府において、国勢調査や土地利用現況に関する各種データを1kmメッシュに変換して作成したものである。

② アンケート調査データ

本研究では、昭和54年9月～11月に泉州地域の高石市・泉大津市・泉佐野市において実施したアンケート調査データを用いる。このアンケート調査は商業・工業・生活の各活動主体の立地条件に対する評価意識の把握を目的としており、それに対応して次の3種類のアンケート調査票を作成した。

- (i) 商業アンケート票：小売・卸売・サービス業の各店舗を対象とする。
- (ii) 工業アンケート票：工場主を対象とする。
- (iii) 生活環境アンケート票：世帯主を対象とする。

アンケート票の質問項目はいずれも、被験者の属性を問うフェイスシートに関する項目群と立地評価に関する項目群に分けることができる。立地評価に関する質問としては、各項目についての被験者の意識を、各項目の満足度と総合満足度の面から、アイテム・カテゴリー反応の

表3 泉州におけるアンケート票の構成

| 種類 | フェイスシート | | 立 地 評 価 | | |
|------------|---------|------|---------|--------------------|----------|
| | 質問項目 | 質問番号 | 項目番号 | 評 価 項 目 | 満足度の質問番号 |
| 商業アンケート票 | 店舗の所在地 | F 1 | 1 | 幹線道路からみた自動車利用の便利さ | Q1 (1) |
| | 商品の種類 | F 2 | 2 | 鉄道やバスの利用の便利さ | Q1 (2) |
| | 性 格 | F 3 | 3 | 商店街としての客寄せ効果 | Q1 (3) |
| | 従業員数 | F 4 | 4 | 店の前の道路での歩行者の安全さ | Q1 (4) |
| | 開設した年 | F 5 | 5 | 周辺の住民の数からみた顧客の得やすさ | Q1 (5) |
| | | | | 総 合 | Q2 |
| 工場アンケート票 | 工場の所在地 | F 1 | 1 | 幹線道路からみた自動車利用の便利さ | Q1 (1) |
| | 製造品目 | F 2 | 2 | 鉄道やバスの利用の便利さ | Q1 (2) |
| | 工場の性格 | F 3 | 3 | 周辺住民の生活環境との調和 | Q1 (3) |
| | 従業員数 | F 4 | 4 | 工場排水の処理 | Q1 (4) |
| | 開業した年 | F 5 | 5 | 関連工場や関連事業所への近さ | Q1 (5) |
| | | | | 総 合 | Q2 |
| 生活環境アンケート票 | 住 所 | F 1 | 1 | 幹線道路からみた自動車利用の便利さ | Q1 (1) |
| | 性 別 | F 2 | 2 | バスや鉄道の利用の便利さ | Q1 (2) |
| | 年 令 | F 3 | 3 | 下水道の整備 | Q1 (3) |
| | 職 業 | F 4 | 4 | 小学校や中学校への近さ | Q1 (4) |
| | 居住年数 | F 5 | 5 | 公園や緑地への近さ | Q1 (5) |
| | | | | 日常の買物の便利さ | Q1 (6) |
| | | | | がけくずれや浸水に対する安全性 | Q1 (7) |
| | | | | 自動車による騒音・振動・排気ガス | Q1 (8) |
| | | | | 工場による騒音・振動・排気ガス | Q1 (9) |
| | | | | 建物のたてこみぐあい | Q1 (10) |
| | | | | 総 合 | Q2 |

形式で捉えるようにしている。表3に、各アンケート票の構成を示す。

調査票の配布・回収にあたっては、商業と工業の各アンケートは調査員による面接調査を用い、生活環境のアンケートは調査員が配布して郵送によって回収した。各アンケート票の配布および回収の結果を、表4に示す。

表4 泉州アンケート調査票の配布・回収結果

| 種類 | 対象地域 | 配布数 | 有効回収数 | 有効回収率 (%) |
|----|-------|-------|-------|--------------|
| 生活 | 高石市 | 2,400 | 291 | 12.1 |
| | 泉州大津市 | 850 | 55 | 6.5 |
| | 泉州佐野市 | 2,262 | 387 | 17.1 |
| | (計) | 5,512 | 733 | 13.3 |
| 商業 | 高石市 | — | 290 | — |
| | 泉州大津市 | — | 85 | — |
| | 泉州佐野市 | — | 502 | — |
| | (計) | — | 877 | — |
| 工業 | 高石市 | — | 57 | — |
| | 泉州大津市 | — | 138 | — |
| | 泉州佐野市 | — | 464 | — |
| | (計) | — | 659 | — |

なお、被験者のサンプリングにあたっては、調査の予算や期間の面から配布・回収できるアンケート調査票の数が限られていたために、調査の主旨に合うように回収サンプルのばらつきを極力避けるように工夫した。具体的には、評価対象地域にある252個の1kmメッシュの中から、4-2で述べる地域構造の分析結果に基づいて都市活動からみて特徴のあるいくつかのメッシュを選んだ。そして選定した各メッシュの中で被験者を住宅地図や事業所統計表を用いてできるだけランダムに抽出した。

4-2. 地域構造の分析結果と考察

ここでは、3-2で説明した地域構造の分析モデルを用いて、評価対象地域の地域構造を分析した結果をまとめ、考察する。

因子分析による分析結果は、使用する変数の構成により大きな影響を受け、特に抽出される因子の順位や因子負荷量・因子得点の結果が異なるものと考えられる。そこで分析にあたっては使用するデータの構成が重要となるが、対象地域においては表2に示したようにメッシュ統計データが整備されており、種類としても都市活動について重要なものは一応そろっている。そこでここでは表2に示す21種類のメッシュ統計データを用いて分析を行なった。それによって得られた固有値と分散比率および各変数に対する因子負荷量を表5に示す。固有値が1.0以上の3つの因子軸が得られ、3つの軸による累積分散比率は97.1%で、かなり高い説明率と

表 5 各変数の因子負荷量

| 変数 番号 | 変 数 名 | 第 I 因子 | 第 II 因子 | 第 III 因子 |
|-----------------|---------------|--------|---------|----------|
| 1 | 人 口 | 0.36 | 0.90 | 0.19 |
| 2 | 6 ~ 11 歳 人 口 | 0.28 | 0.93 | 0.17 |
| 3 | 12 ~ 14 歳 人 口 | 0.33 | 0.90 | 0.19 |
| 4 | 第 1 次産業就業者数 | -0.03 | 0.12 | 0.02 |
| 5 | 第 2 次産業就業者数 | 0.31 | 0.85 | 0.36 |
| 6 | 第 3 次産業就業者数 | 0.47 | 0.86 | 0.13 |
| 7 | 世 帯 数 | 0.38 | 0.90 | 0.18 |
| 8 | 商 店 数 | 0.83 | 0.45 | 0.22 |
| 9 | 商店従業者数 | 0.91 | 0.34 | 0.20 |
| 10 | 商店年間販売額 | 0.82 | 0.25 | 0.37 |
| 11 | 飲 食 店 数 | 0.89 | 0.37 | 0.12 |
| 12 | 飲食店従業者数 | 0.95 | 0.25 | 0.08 |
| 13 | 飲食店年間販売額 | 0.94 | 0.17 | 0.13 |
| 14 | サービス事業所数 | 0.77 | 0.48 | 0.25 |
| 15 | サービス従業者数 | 0.65 | 0.53 | 0.14 |
| 16 | 建設業事業所数 | 0.58 | 0.43 | 0.37 |
| 17 | 建設業従業者数 | 0.53 | 0.37 | 0.27 |
| 18 | 製造業事業所数 | 0.30 | 0.27 | 0.67 |
| 19 | 製造業従業者数 | 0.24 | 0.26 | 0.83 |
| 20 | 居住地面積 | 0.21 | 0.71 | 0.07 |
| 21 | 工業地面積 | 0.13 | 0.07 | 0.71 |
| 固 有 値 | | 13.57 | 2.24 | 1.36 |
| 分 散 比 率 (%) | | 76.7 | 12.7 | 7.7 |
| 累 積 分 散 比 率 (%) | | 76.7 | 89.4 | 97.1 |

なっている。また、因子負荷量により各因子の内容を検討すると、第 I 因子について因子負荷量の大きい変数は商業活動に関係したものであり、この因子は商業活動を表わす軸と解釈できる。第 II 因子については、常住人口関係の変数や居住地面積に対する因子負荷量が大きく、この因子は生活活動を表わす軸と解釈できる。第 III 因子では、製造業関係の変数と工場地面積の変数に対する因子負荷量が大きく、この因子は工業活動を表わす軸と解釈できる。この結果より、本研究では以下、都市活動を商業・工業・生活の 3 通りに大きく分けることとする。なお、より詳細な分析を必要とする場合には、活動主体をさらに細分化することとも必要となる。

次に、因子分析によると各メッシュにおいて各因子がどの程度の大きさにあるかを示す因子得点を、各因子ごとに求めることができる。そこで、商業・工業・生活の諸活動を同時に考慮して各メッシュをいくつかのパターンに分類するために、各メッシュについて得られている 3 つの因子の因子得点をデータとしてクラスター分析を行なった。その結果、各メッシュは表 6 に示す 8 種類のタイプに分類できた。図 5 に各メッシュの活動タイプ分類の結果を示す。

これによると、海岸沿いでは複数の活動が顕著な A~D のタイプのメッシュが多く、海岸か

表 6 各タイプにおいて顕著な活動

| タイプ | 生活 | 商業 | 工業 | タイプ | 生活 | 商業 | 工業 |
|-----|----|----|----|-----|----|----|----|
| A | ○ | ○ | ○ | E | ○ | | |
| B | ○ | ○ | | F | | ○ | |
| C | ○ | | ○ | G | | | ○ |
| D | | ○ | ○ | H | | | |

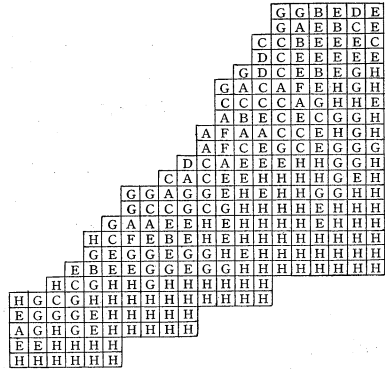


図 5 各メッシュの活動タイプ

ら離れるに従って工業活動のみが顕著なGタイプと生活活動のみが顕著なEタイプのメッシュが多くみられる。また、海岸線から約5km以上離れた丘陵部ではどの活動も顕著でないHタイプのメッシュが非常に多く、評価対象地域の約半分はこのHタイプのメッシュで占められている。

なお、以上の分析結果は、4-1で述べたアンケート調査の実施対象メッシュの選定の際に用いており、また、4-3の立地条件の評価モデルの作成と4-6の立地条件の評価の場合にも用いる。

4-3. 交通利便性の推定モデルと立地条件の評価モデルの作成

ここでは、3-3と3-4で説明した交通利便性の推定モデルと立地条件の評価モデルを、4-1で説明したメッシュ統計データとアンケート調査データを用いて作成する。

(1) 交通利便性の推定モデルの作成

本研究では各メッシュにおける交通利便性を3-3の式(1)によって定める。そこでこの式に含まれる P_i^k, T_{ij}^m, s^{km} の各指標に対するデータの作成方法を説明する。

①活動水準 P_i^k のデータについて

本研究では各メッシュにおけるアクセシビリティを商業・工業・生活の活動別、およびマストラ・自動車の交通手段別に求めるので、それに対応して相手ゾーンの各活動水準 P_i^k として、表7に示すデータを用いる。

表 7 活動水準 P_i^k として用いるデータ

| 活動内容 \ 交通手段 | 自動車 | マストラ |
|-------------|----------|----------|
| | 商業 | 卸売業年間販売額 |
| 工業 | 夜間人口 | 夜間人口 |
| 生活 | 小売業年間販売額 | 小売業年間販売額 |

②交通手段別のメッシュ間時間距離 T_{ij}^m のデータについて

メッシュ i, j 間の時間距離 T_{ij}^m は、マストラと自動車の交通手段別に、走行速度等のいくつかの仮定のもとで次のようにして求めた。

マストラの場合：徒歩時間・鉄道やバスの乗車時間・鉄道とバスの乗り換え時間の合計

自動車の場合：自動車の走行時間

表 8 抵抗パラメータ s

| 交通手段 事項 活動内容 | 自動車 | | マストラ | |
|--------------------|-----------|------|-----------|------|
| | パラメータ s | 相関係数 | パラメータ s | 相関係数 |
| 商業 | 1.5 | 0.46 | 2.0 | 0.59 |
| 工業 | 1.0 | 0.37 | 1.4 | 0.41 |
| 生活 | 1.0 | 0.43 | 1.0 | 0.19 |

③抵抗パラメータ s^{km} の推定

抵抗パラメータは 3-3 (2) で説明した方法を用いて推定した。それによるパラメータ s^{km} の最良推定値を表 8 に示す。この結果は、式 (1) を用いて求めたアクセシビリティと交通利便性の満足率との関連がもっとも大きくなる場合の値であり、ここでは関連度として

後述のワイブル分布関数を用いた回帰分析によって得られる相関係数を用いている。抵抗パラメータの推定結果は商業・工業・生活の順で大きく、比較的現実にはなっていないが、相関係数の大きさは全体的に良いとはいえない。これは、アンケート調査において、交通利便性の満足度に関する一定量のデータが得られたメッシュ数が少なかったことと、アクセシビリティの算出の際に活動水準 P_i^k として用いたデータの内容に問題があるものと考えられる。

(2) 立地条件の評価モデルの作成

①項目別評価関数の推定

ここでは、活動別に各項目の評価関数を推定した結果をまとめる。商業・工業についてはア

表 9 各評価項目の物理量の一覧

| 活動主体 | 項目番号 | 項目内容 | 物理量 |
|------|------|--------------------|-------------------|
| 生活 | 1 | 幹線道路からみた自動車利用の便利さ | アクセシビリティ |
| | 2 | バスや鉄道の利用の便利さ | アクセシビリティ |
| | 3 | 下水道の整備 | 下水道供用面積 |
| | 4 | 小学校や中学校への近さ | 周辺 9 メッシュの小・中学校数 |
| | 5 | 公園や緑地への近さ | 公園緑地数 |
| | 6 | 日常の買物の便利さ | 小売店商店数 |
| | 8 | 自動車による騒音、振動、排気ガス | 道路面積 |
| | 9 | 工場による騒音、振動、排気ガス | 工場地面積 |
| | 10 | 建物のたてこみぐあい | 居住地面積 |
| | 商業 | 1 | 幹線道路からみた自動車利用の便利さ |
| 2 | | 鉄道やバスの利用の便利さ | アクセシビリティ |
| 3 | | 商店街としての客寄せ効果 | (売場面積)/(世帯数) |
| 4 | | 店の前の道路での歩行者の安全さ | 道路面積 |
| 5 | | 周辺の住民の数からみた顧客の得やすさ | 世帯数 |
| 工業 | 1 | 幹線道路からみた自動車利用の便利さ | アクセシビリティ |
| | 2 | 鉄道やバスなどの利用の便利さ | アクセシビリティ |
| | 3 | 周辺住民の生活環境との調和 | 世帯数 |
| | 4 | 工場排水の処理 | 下水道供用面積 |
| | 5 | 関連工場や関連事業所への近さ | アクセシビリティ |

アンケート票に設けた5項目に対して評価関数を推定し、生活については物理量に関するデータが得られなかった項目7を除く9個の項目に対して評価関数を推定した。その際、各項目の評価関数は、次の式(6)と式(7)のワイブル分布関数を適宜用いて、表9に示すデータを各項目の物理量として回帰分析を行なって推定した。なお、各項目の物理量の設定にあたっては、利用可能な既存統計データをメッシュデータ化したものを用いて各項目の内容を適切に説明すると考えられる指標をいく通りか作成し、それぞれについて回帰分析を行ってその中でもっとも大きな相関係数が得られたものを採用した。

$$u_i = 1 - \exp(b_i \cdot x_i^{a_i}) \quad (6)$$

$$u_i = \exp(b_i \cdot x_i^{a_i}) \quad (7)$$

ただし、 a_i, b_i : パラメータ

また、満足率としては、各メッシュで“やや満足”と“非常に満足”の各カテゴリーに反応した人の割合を用いた。また分析の際には、サンプル数が少なく分析に用いるのに適当でないメッシュは除いた。分析の結果を表10に示す。推定精度はそれほど良くないが、全体として常識的な関数形が得られている。ところで、推定精度を高めるためには、サンプル数を増加させたり、各項目の物理量として他のより適切なデータを用いることが考えられる。しかし、利用可能なアンケート調査データや既存統計データが限られているため、以下ではこれらの評価

表 10 各項目の評価関数の推定結果

| 活動 | 項目 | 関数形 | パラメータ a | パラメータ b | 相関係数 | サンプル数 |
|--------|----|-------|---------|-----------------------|------|-------|
| 生 | 1 | 式 (6) | 0.84 | -2.6×10^{-6} | 0.43 | 12 |
| | 2 | 式 (6) | 0.46 | -1.2×10^{-3} | 0.19 | 15 |
| | 3 | 式 (6) | 0.10 | -0.23 | 1.0 | 2 |
| | 4 | 式 (6) | 0.92 | -0.15 | 0.68 | 15 |
| | 5 | 式 (6) | 0.10 | -0.18 | 0.22 | 15 |
| | 6 | 式 (6) | 0.76 | -2.4×10^{-2} | 0.80 | 15 |
| 活 | 8 | 式 (7) | 0.35 | -8.6×10^{-2} | 0.59 | 12 |
| | 9 | 式 (7) | 0.035 | -0.64 | 0.37 | 11 |
| | 10 | 式 (6) | 0.98 | -0.18 | 0.80 | 14 |
| | | | | | | |
| 商 業 | 1 | 式 (6) | 0.13 | -0.15 | 0.46 | 9 |
| | 2 | 式 (6) | 0.61 | -7.8×10^{-4} | 0.59 | 14 |
| | 3 | 式 (6) | 1.50 | -2.5×10^{-2} | 0.80 | 9 |
| | 4 | 式 (7) | 0.19 | -0.41 | 0.13 | 9 |
| | 5 | 式 (6) | 1.30 | -2.0×10^5 | 0.78 | 8 |
| 工 業 | 1 | 式 (6) | 1.70 | -1.4×10^{-9} | 0.37 | 10 |
| | 2 | 式 (6) | 0.82 | -2.1×10^{-4} | 0.41 | 10 |
| | 3 | 式 (7) | 0.35 | -4.8×10^{-2} | 0.51 | 9 |
| | 4 | 式 (6) | 0.16 | -0.21 | 1.0 | 2 |
| | 5 | 式 (6) | 0.81 | -2.8×10^{-3} | 0.19 | 10 |

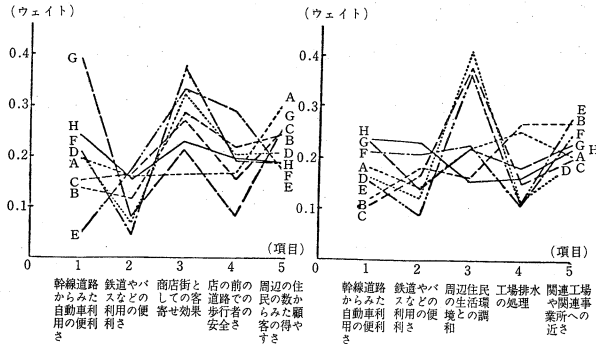


図 6-1 項目別ウエイトの推定結果 [商業]

図 6-2 項目別ウエイトの推定結果 [工業]

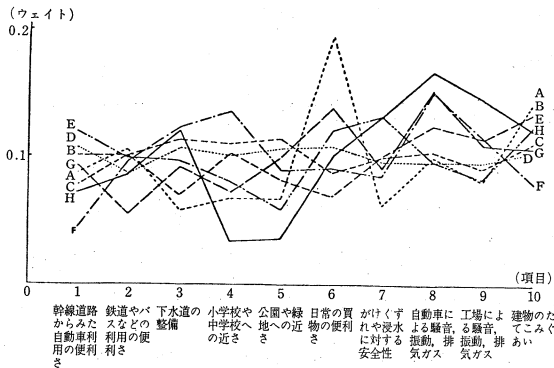


図 6-3 項目別ウエイトの推定結果 [生活]

関数を用いて分析を進める。

②項目別ウエイトの推定

ここでは、各メッシュタイプにおける各評価項目のウエイトを推定する。

まず、図5のメッシュタイプを考慮してアンケート調査データを分類し、各タイプに属するデータを用いて、3-4(2)で説明した数量化理論II類の方法によって各項目のウエイトを求めた。商業・工業・生活の各活動に対する分析結果を図6(その1)~(その3)に示す。

各活動ともすべてのタイプについて相関比の二乗 η^2 は比較的高く、良好な分析結果が得られている。また、いずれのタイプについても相関比の二乗は図7に示すように、タイプを考慮せずにサンプルの総数を用いた場合の相関比の二乗よりも全体的に向上しており、これによりメッシュタイプごと

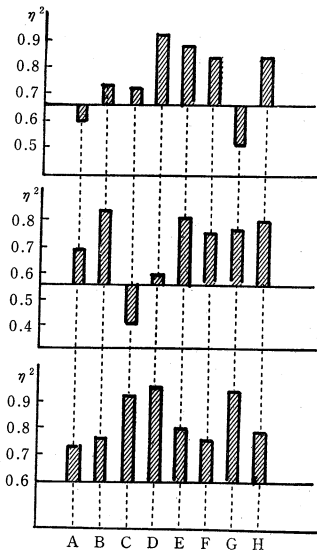


図 7 メッシュのタイプ分類による相関比の二乗の変化

に項目別のウェイトを求めることの有効性が認められる。

4-4. 交通網の整備計画案の作成

ここでは評価の対象とする交通網の整備計画案を説明する。計画案はマストラ網と道路網について次の整備を同時に実施したものであり、図8に地図上で示す。

まず道路網については、現状の道路網に加えて、大阪外環状線・第2阪和国道・近畿自動車道と歌山線・大阪湾岸道路全線・泉州山手線を新たに整備するものである。現状の道路網を R_0 、整備後の道路網を R_1 とする。

次にマストラ網については、現状のマストラ網に加えて、外環状線の建設・地下鉄御堂筋線の中百舌への延伸・国鉄阪和線と環状線との直通化を実施するものである。現状のマストラ網を M_0 、整備後のマストラ網を M_1 とする。

また、道路網 R_0 とマストラ網 M_0 の組み合わせとしての現状の交通網を計画案 P_0 とし、道路網 R_1 とマストラ網 M_1 の組み合わせである道路とマストラを共に整備した後の交通網を計画案 P_1 とする。

4-5. 交通利便性の推定結果と考察

ここでは、4-3 で作成した交通利便性の推定モデルを用いて、商業・工業・生活の活動別に各メッシュにおける自動車とマストラによるアクセシビリティを計算した。なお、対象とする交通網としては、自動車の場合には道路網 R_0 、 R_1 を用い、マストラの場合にはマストラ網 M_0 、 M_1 を用いた。

まず、図9は、道路網 R_0 とマストラ網 M_0 に対するアクセシビリティの計算結果である。なお、各活動についての計算結果の傾向はそれほど変わらなかったため、ここでは商業活動からみた結果のみを示している。この図により各メッシュにおける現状の交通利便性の良さを、自動車とマストラの交通手段別に把握できる。

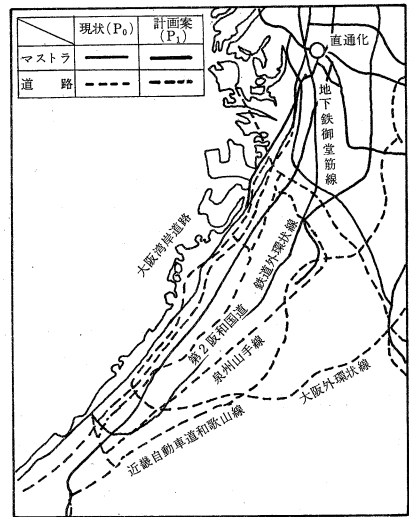


図8 計画案 P_0 、 P_1

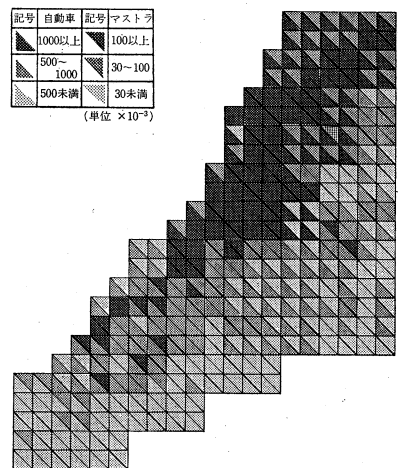


図9 現在の道路網 R_0 における自動車のアクセシビリティと現在のマストラ網 M_0 におけるマストラのアクセシビリティ

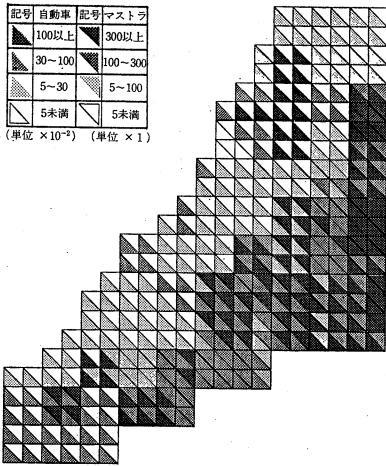


図 10 道路網 R_1 の整備による自動車のアクセシビリティの向上とマストラ網 M_1 の整備によるマストラのアクセシビリティの向上

次に、道路網 R_1 とマストラ網 M_1 に対するアクセシビリティは、現状との差異をわかりやすくするために現状のアクセシビリティとの差として表わす。ここでも商業活動に限定して、自動車とマストラによるアクセシビリティの計算結果を、それぞれ R_1 と R_0 との差、 M_1 と M_0 との差として図 10 に示す。これにより各メッシュにおける交通利便性が道路網やマストラ網の整備によってどのように向上するかを把握できる。

4-6. 立地条件の評価結果と考察

ここでは、4-3 で作成した立地条件の評価モデルを用いて、4-4 で説明した現状を含めた 2 つの計画案 P_0 、 P_1 を実施した場合の各メッシュにおける立

地条件を評価する。以下に、総評価値と充足レベルの各方法を用いた計算結果をまとめ、考察する。

(1) 総評価値による結果と考察

商業・工業・生活の各活動について、4-3 で作成した立地条件の評価モデルを用いて各メッシュにおける総評価値を求めた。一例として商業活動についての結果を示すが、計画案 P_0 と P_1 の総評価値にはそれほど大きな差はなかったので、ここでは計画案 P_0 の結果だけを、図 11 に示す。なお、計画案 P_1 の実施によって現状から変化するのは、交通利便性に関する項目だけであり、その他の項目については物理量・評価値とも変化しないものとした。また、図 11 は各メッシュにおける現在の商業立地条件の好ましさを表わすが、この分布は現実の商業活動水準の分布を比較的良く説明している。

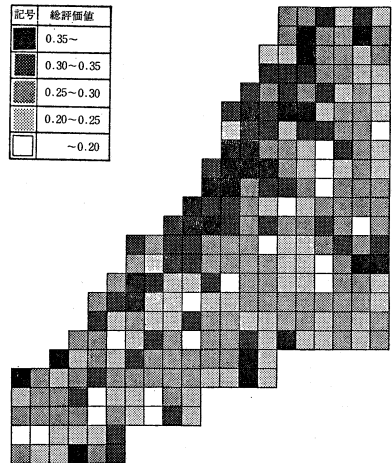


図 11 現状の計画案 P_0 における商業活動のメッシュ別総評価値

(2) 充足レベルによる結果と考察

各活動の項目別評価値に対する充足レベルを、ここでは満足率 40% に設定し、各メッシュにおける問題点を検討した。その結果の一例として、商業活動の自動車とマストラによる利便性についての結果を図 12 に示す。この図は、項目 1 と項目 2 の問題点に着目して各メッシュ

を分類したものである。これによると、評価対象地域は、自動車の利便性は良いがマストラの利便性が悪いパターン3のメッシュと、自動車とマストラの利便性が共に良いパターン4のメッシュに大きく分けることができる。

4-7. 計画案の評価結果と考察

ここでは、計画案 P_1 の好ましさを、総評価値と充足レベルの2通りの方法を用いて現状のままの計画案 P_0 と比較し、交通網の整備による各活動の立地条件の変化を検討する。

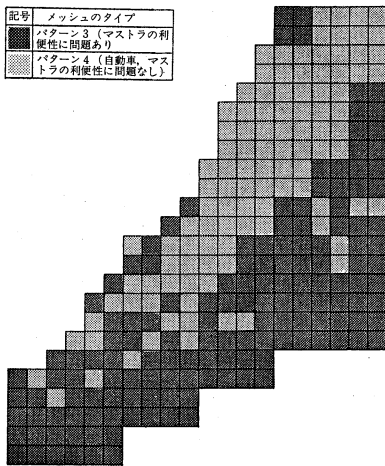


図 12 充足レベルによる各メッシュのタイプ分類 [商業, 計画案 P_0, P_1]

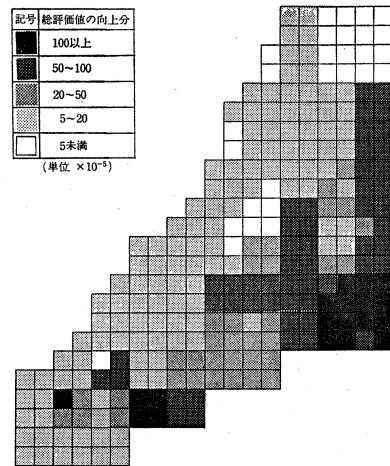


図 13 計画案 P_1 の実施による総評価値の向上分 [商業]

(1) 総評価値による評価結果と考察

まず、4-6(1) で求めた計画案 P_1 の総評価値から現状のままの計画案 P_0 の総評価値を引き、各メッシュについて交通網整備による総評価値の向上分を求めた。その結果、商業・工業・生活の各活動についてはほぼ同様な傾向がみられたので、ここでは商業活動の結果のみを図 13 に示す。

これによると、評価対象地域全域にわたって総評価値は向上しているが、中でも鉄道の外環状線や、道路の大阪外環状線・近畿自動車道と歌山線の周辺地域においてその向上は比較的大きく、これらの建設は商業活動の立地条件をいくらか良くする。工業・生活の各活動についてもほぼ同様な結果が得られているが、このうち自動車の利便性が比較的重要と考えられている工業活動に対しては、道路周辺の地域における立地条件の向上が比較的重要である。

(2) 充足レベルによる評価結果と考察

4-6(2) では、自動車とマストラの利便性に着目して計画案 P_0 と P_1 をそれぞれについて各メッシュの問題点を検討し、メッシュを4通りのパターンに分類した。ここでは、計画案 P_1

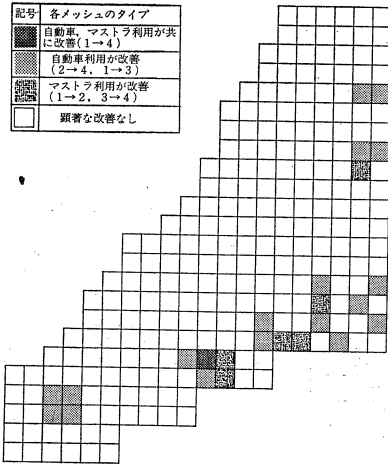


図 14 計画案 P_1 の実施による各メッシュにおける充足レベルからみたタイプ変化〔生活〕

と現状のままの計画案 P_0 についての各メッシュパターンを比較することによって、計画案 P_1 の評価を各活動別に行なった。その結果、商業については変化はみられず、工業についてもほとんど変化はみられなかった。そこでここでは、生活についての結果を図 14 に示す。

これによると、対象地域の東部ではマストラの利便性に問題はあるが、自動車の利便性の問題点はいくつかのメッシュにおいて解消され、南部では自動車の利便性が改善されて自動車とマストラ共に問題点がなくなるメッシュがいくらかみられる。これらは、大阪外環状線や近畿自動車道の道路建設による効果と考えられる。

4. お わ り に

本研究では、マストラや道路などの交通施設の整備が、商業・工業・生活などの諸活動の立地条件に及ぼすインパクトに着目して、交通施設整備の計画案を評価する1つのシステムを提案した。この評価システムの特徴は次のようにまとめることができる。

- ① 評価対象地域を多くのゾーンに分割し、各ゾーンごとに交通施設整備によるインパクトを評価するので、インパクトの空間的分布を考慮して計画案を評価できる。
- ② 地域構造の分析モデルを用いて各種都市活動水準からみた各ゾーンの特性を分析し、その結果を計画案の評価の際に考慮できる。
- ③ 立地条件の全体的な好ましさを用いる総評価値による方法と、評価項目別の許容基準を用いる充足レベルによる方法を補完的に用いることにより、計画案をより正確に評価できる。

本研究では交通網整備が各活動の立地条件に及ぼす影響に着目しているが、立地条件の変化は長期的には各ゾーンにおける各種都市活動の水準や土地利用形態をも変化させる。そこで今後はこの点をも取り扱えるように評価システムを拡張し、望ましい地域構造や土地利用への誘導という観点から地域交通網の整備を評価することのできる総合的な評価システムの確立が重要と考える。

最後に、本研究を進めるにあたって討議ならびに作業に協力いただいた建設省四国地建（もと京都大学大学院）の中川大氏、および資料の提供をいただいた建設省近畿地建に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 杉本康人：インパクト・スタディ，道路 11月号，1961.
- 2) 佐々木・河野・蔵下：道路の経済効果と投資基準，技術書院，1965.
- 3) 上掲 2)
- 4) 建設省大臣官房政策課システム分析企画室：公共事業が地域社会に及ぼす社会的・経済的影響調査に関する研究，1977.
- 5) 青山吉隆：都市施設配置計画のシステムズ・アプローチに関する方法論的研究（京都大学学位論文），1972.
- 6) 天野・戸田・黒田：道路整備が都市環境に及ぼすインパクトについて，第13回日本道路会議特定課題論文集，1977，pp.1~3.
- 7) 天野・戸田・近藤：鉄道高架化が都市環境に及ぼすインパクトについて，都市計画学会学術研究発表会論文集，第14号，1979，pp.397~402.
- 8) 大阪府土木部都市整備局：大阪府土地利用計画システムの開発に関する調査報告書，1978.

Evaluation Method for Transportation Network Planning and its Application

Kozo AMANO, Tsunekazu TODA, Hirofumi ABE
(Kyoto University)

In this paper we propose a comprehensive method to evaluate alternative projects in transportation network planning. This method has three stages.

- (1) *Analytical description of regional structure*, describing the spatial distribution of commercial, industrial and residential activities using factor analysis and cluster analysis.
- (2) *Estimation of accessibility*, of each zone using Hansen's concept of accessibility.
- (3) *Evaluation*, by calculating the utility of locating activities in each zone before and after transportation network improvement, using the utility function approach.

Using this three-stage method, useful insights can be obtained about the general effects of alternative network improvement projects.

The method was used on a regional transportation network planning problem and the reliability of the method was examined.